



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

**ANALÝZA RIZIK PROVOZOVANÉHO CNC SOUSTRUHU
SPM16**

RISK ANALYSIS OF SELECTED TYPES OF OPERATED MACHINE TOOLS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Bernatík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Bc. Michal Bernatík**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce: **doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza rizik provozovaného CNC soustruhu SPM16

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Mezi významné aspekty zajišťování BOZP na pracovišti patří rovněž zajišťování bezpečnosti provozovaných strojních zařízení. Legislativní předpisy vztahující se k této problematice tvoří zejména Nařízení vlády č. 378/2001 Sb. a Zákon č. 262/2006 Sb. Diplomová práce bude zaměřena na identifikaci nebezpečí vytvářených provozovaným strojem, odhad rizik a návrh preventivních opatření pro ošetření těchto rizik.

Cíle diplomové práce:

Shrnout současné legislativní požadavky EU a ČR.
Systémový rozbor problematiky, návrh a zdůvodnění zvoleného způsobu řešení zadaného úkolu.
Analýza požadavků relevantních harmonizovaných norem.
Analýza rizik u vybraných provozovaných strojů v laboratoři ÚVSSR.
Navržení opatření pro snížení rizik u identifikovaných nebezpečí.

Seznam doporučené literatury:

BLECHA, Petr. Bezpečnost provozovaných strojních zařízení. BOZPinfo: Oborový portál pro BOZP [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009, 24.08.2009 [cit. 2018-10-31]. ISSN 1801-0334. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/bezpecnost-provozovanych-strojnich-zarizeni>

MAREK, Jiří, et al. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. 1. Praha: MM publishing, s.r.o., 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.

Infozdroje.cz. Infozdroje.cz [online]. Praha: Albertina icome Praha s.r.o., 2018 [cit. 2018-10-16]. Dostupné z: www.infozdroje.cz

MM Průmyslové spektrum. MM Průmyslové spektrum [online]. Praha: MM publishing, s. r. o., 2018 [cit. 2018-10-16]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com>

EUR-Lex: Přístup k právu Evropské unie [online]. Brusel: Úřad pro publikace, 2018 [cit. 2018-10-16]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>

ČSN online [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018 [cit. 2018-10-16]. Dostupné z: <http://csnonline.agentura-cas.cz>

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19.

V Brně, dne 8. 10. 2018



doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce shrnuje legislativní požadavky na provozování strojů na území České republiky a Evropské unie. Důkladně se zabývá analýzou technických norem obráběcích center, na kterou navazuje analýza rizik konkrétního provozovaného obráběcího centra umístěného v laboratořích Fakulty strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně. Výsledkem práce je ošetření zjištěných rizik a splnění legislativních požadavků na stav provozovaného obráběcího centra.

ABSTRACT

The thesis summarizes the legislative requirements for the operation of machines in the Czech Republic and the European Union. This thesis deals in detail with the analysis of technical standards related to machining tools, followed by the risk analysis of a specific machining tool operated in laboratories of the Faculty of Mechanical Engineering of the Brno University of Technology. The result of the thesis is the processing of identified risks and compliance with legislative requirements for the operation of the machining tool.

KLÍČOVÁ SLOVA

analýza rizik, provozované strojní zařízení, bezpečnostní normy, legislativní požadavky, obráběcí centrum

KEYWORDS

risk analysis, operated machinery, safety standards, legislative requirements, machine tool

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BERNATÍK, M. *Analýza rizik provozovaného CNC soustruhu SPM16*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2019, 68 s., Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Petra Blechy, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25.4.2019

.....

Bernatík Michal

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	ZÁKLADNÍ POJMY	17
3	SOUČASNÉ LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY	21
3.1	Zákon č. 262/2006 Sb.	21
3.2	Nářízení vlády č. 378/2001 Sb.	22
3.3	Směrnice 2006/42/ES	24
3.4	Nářízení vlády č. 176/2008 Sb.	24
4	TECHNICKÉ NORMY	25
4.1.1	Harmonizované normy	25
4.1.2	Určené normy	27
5	PROVOZOVANÝ CNC SOUSTRUH SPM 16	29
5.1	Popis stroje	29
5.2	Technické parametry	30
6	SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY	33
6.1	Současný stav stroje	33
6.2	Návrh postupu řešení	35
6.3	Analýza relevantních harmonizovaných norem	36
6.3.1	ČSN EN ISO 23125:2018	36
6.3.2	ČSN EN ISO 13849-1:2017	37
6.3.3	ČSN EN ISO 14119:2014	39
6.3.4	ČSN EN ISO 14120: 2017	39
7	ANALÝZA RIZIK	41
7.1	Kontrolní seznam	41
7.2	Seznam identifikovaných nebezpečí	53
7.3	Návrh opatření snižujících riziko nebezpečí	55
8	REALIZACE NAVRHNUTÝCH OPATŘENÍ	57
8.1	Návrh bezpečnostního skla ochranného krytu	57
8.2	Návrh blokovacího zařízení ochranného krytu	58
8.3	Návrh protiskluzné rohože	58
8.4	Návrh zařízení detekující požár	59
8.5	Návrh bezpečnostních komponent ovládacího systému	60
8.6	Návrh provozní dokumentace	60
9	ZHODNOCENÍ	61
10	ZÁVĚR	63
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	65
12	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK	67
12.1	Seznam tabulek	67
12.2	Seznam obrázků	67
12.3	Seznam použitých symbolů a zkratk	67

1 ÚVOD

Diplomová práce se zabývá bezpečností provozovaných strojních zařízení, která byla vyrobena dříve a jsou tak již delší dobu v provozu, s čímž souvisí problematika vzniku nebezpečí, které je potřeba pravidelně hodnotit. Aby již provozované strojní zařízení mohlo být nadále používáno, musí splňovat minimální bezpečností legislativní požadavky, které jsou pro jeho řádný provoz vyžadovány.

V teoretické části práce se zaměřuji na shrnutí významných legislativních požadavků, které jsou kladeny na provozované a nové strojní zařízení. K těmto požadavkům je provedena také rešerše technických norem a detailnější popis těch technických norem, které jsou zaměřeny konkrétně na obráběcí centra. Rozbor technických norem je důležitý ve vztahu k praktické části diplomové práce, neboť tyto důkladně popisují terminologii, postupy a požadavky, které je vhodné provést pro splnění legislativních předpisů.

Dalším cílem diplomové práce je provedení analýzy rizik konkrétního provozovaného stroje, který je v diplomové práci podrobně popsán, včetně shrnutí jeho provozu v předešlých letech. Analýza rizik je pak provedena metodou kontrolních seznamů podle významných technických norem. Z vypracovaných kontrolních seznamů vychází seznam nebezpečí a vyhodnocení velikosti rizik nebezpečí. Pro vyhodnocená rizika jsou v diplomové práci navržena opatření a opětovně vyhodnocena rizika. Pro navrhnutá opatření je zpracována realizace konkrétních řešení.

V poslední části diplomové práce se zabývám zhodnocením práce samotné a také problémy, které předmětná problematika představovala. Závěr práce pojednává o zjištěných výsledcích a splnění legislativních požadavků na minimální bezpečnost provozovaných strojních zařízení po realizaci navrhnutých opatření.

2 ZÁKLADNÍ POJMY

Strojní zařízení

- Je zařízení, které je vybaveno nebo má být vybaveno poháněcím systémem, který nepoužívá přímo vynaloženou lidskou nebo zvířecí sílu, sestavený z částí nebo součástí, vzájemně spojených za účelem přesně stanoveného použití, z nichž alespoň jedna je pohyblivá. [1]

CNC obráběcí stroj

- Je obráběcí stroj, který je numericky řízen a konstrukčně uzpůsoben tak, aby pracoval v automatickém cyklu a měl automatickou výměnu nástrojů. Stroj je řízený řídicím systémem. [2]

Riziko

- Kombinace závažnosti možné škody (poškození, újmy) a pravděpodobnosti vzniku této škody (poškození, újmy) během specifikované nebezpečné události v rámci zkoumaného systému pravděpodobnosti výskytu škody (úrazu) a závažnosti této škody. [3]

Analýza rizika

- Kombinace specifikace mezních hodnot stroje, identifikace nebezpečí a odhadu rizika. [4]

Posouzení rizika

- Postup zahrnující analýzu a hodnocení rizika souvisejícího se specifikovanou nebezpečnou situací v rámci zkoumaného systému a uplatňovaný jako prvek managementu rizika za účelem volby přiměřených bezpečnostních a/nebo ochranných opatření. [3]

Zdroj ohrožení

- Konkrétní prvek, nacházející se ve zkoumaném systému, který je primární příčinou jednoho nebo více nebezpečí. [3]

Nebezpečnost

- Ve zkoumaném systému elementární prvek ohrožení, vyplývající z jejich schopnosti vytvářet jedno nebo více nebezpečí.
- Některé zdroje ohrožení jsou nebezpečné svojí podstatou, např. energie, látky, předměty apod., některé se stávají nebezpečnými až při působení vnější energie, např. gravitace, lidské činnosti atp. [3]

Nebezpečí

- Ve zkoumaném systému elementární prvek ohrožení, jehož charakteristiky jsou závislé na konkrétních vlastnostech příslušného zdroje ohrožení. [3]

Škoda

- Poškození, újma na zdraví jednotlivce nebo skupiny osob a/nebo na majetku a/nebo na životním prostředí. [3]

Nebezpečná situace

- V rámci zkoumaného systému situace, kdy uvnitř nebezpečného prostoru v dosahu zdroje (zdrojů) ohrožení hrozí vznik škody v důsledku působení jednoho nebo více nebezpečí. [3]

Nebezpečný prostor

- V rámci zkoumaného systému prostor v dosahu vlivu zdroje (zdrojů) ohrožení, tj. prostor, ve kterém občas nebo trvale hrozí vznik škody v důsledku působení jednoho nebo více nebezpečí. [3]

Identifikace ohrožení

- Ve vztahu ke zkoumanému systému se jedná o vnímání nebezpečnosti konkrétní situace. [3]

Identifikace nebezpečí

- Rozpoznání a definování charakteristik nebezpečí, které je ve zkoumaném systému vytvářeno konkrétním zdrojem ohrožení. [3]

Relevantní nebezpečí

- Nebezpečí s přesně definovanými charakteristikami, jehož výskyt byl v rámci procesu analýzy rizika jednoznačně identifikován v konkrétním nebezpečném prostoru během konkrétní existenční etapy/fáze zkoumaného systému. [3]

Funkční bezpečnost

- Část celkové bezpečnosti stroje a řídicího systému stroje, závislá na správném fungování SRECS (Safety-Related Electrical Control System), systémech souvisejících s bezpečností, založených na jiných technických principech a vnějších prostředcích pro snížení rizika. [5]

Bezpečnostní část ovládacího systému

- Tzv. SRP/CS (Safety-related part of a control system) je část ovládacího systému, která reaguje na bezpečnostní vstupní signály a generuje bezpečnostní výstupní signál. [6]

Poruchový stav

- Poruchový stav objektu je charakterizovaný neschopností plnit požadovanou funkci, kromě neschopnosti během preventivní údržby nebo jiných plánovaných činnostech, nebo způsobený nedostatkem vnějších prostředků. [6]

Porucha

- Porucha spočívá v ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci. [6]

Střední doba do nebezpečné poruchy

- Tzv. MTTF_D (Mean time to dangerous failure) je očekávaná doba do nebezpečné poruchy. [6]

Technická norma

- Technická norma je vyjádřením požadavků na to, aby výrobek, proces nebo služba byla za specifických podmínek vhodná pro daný účel [7]

Nařízení

- Nařízení jsou právní akty, které se uplatňují automaticky a jednotně ve všech zemích Evropské unie, a to okamžitě po jejich vstupu v platnost, aniž by se musely provádět do vnitrostátního práva. Jsou závazná v celém rozsahu pro všechny země EU. [8]

Rozhodnutí

- Rozhodnutí jsou závazné právní akty, které se vztahují na jednu nebo více zemí EU, podniky či jednotlivce. Dotčená strana musí obdržet oznámení a rozhodnutí nabývá účinku dnem doručení tohoto oznámení. Rozhodnutí není třeba provádět do vnitrostátních právních předpisů. [8]

Směrnice

- Směrnice vyžadují, aby členské státy EU dosáhly určitého výsledku, ponechávají jim však svobodu volby v tom, jak to učiní. K dosažení cílů stanovených ve směrnici musí členské země přijmout opatření, aby mohly tuto směrnici začlenit do vnitrostátního práva (tzv. provedení). Vnitrostátní orgány musí o těchto opatřeních informovat Evropskou komisi. [8]

Doporučení

- Prostřednictvím doporučení mohou orgány EU dát najevo svůj názor a navrhnout určité kroky, aniž by z nich vyvozovaly zákonnou povinnost pro toho, komu jsou určena. Doporučení nejsou právně závazná. [8]

Stanoviska

- Stanovisko je nástroj, který orgánům EU umožňuje učinit prohlášení, aniž by vyvozovaly jakékoli právní povinnosti týkající se tématu stanoviska. Stanoviska nejsou právně závazná. [8]

3 SOUČASNÉ LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

Kapitola je zaměřena na aktuálně platnou legislativu České republiky, týkající se provozovaných a nových strojních zařízení na území České republiky, která je zároveň v souladu s požadavky legislativy Evropské unie, které jsou v ní zpracovány.

3.1 Zákon č. 262/2006 Sb.

Základním právním předpisem, upravujícím tuto problematiku na území České republiky je zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, jehož pátá část je věnována bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, a to v ustanoveních §101 až §108. Předmětná právní úprava zpracovává také příslušné předpisy (směrnice) Evropské unie, týkající se mimo jiné také bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci. [9]

K jednotlivým ustanovením hlavy páté zákoníku práce upravující problematiku bezpečnosti a ochrany zdraví při práci lze uvést, že:

- §101 upravuje potřebu předcházení nebo omezení rizika ohrožující životy a zdraví zaměstnanců, souvisejících s výkonem práce, přičemž toto ustanovení podrobněji upravuje povinnosti zaměstnavatele zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci s ohledem na rizika práce,
- §102 zakotvuje povinnost zaměstnavatele vytvářet bezpečné a zdraví neohrožující pracovní prostředí a pracovní podmínky, a to vhodnou organizací bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a přijímáním opatření k předcházení rizik. V odstavci 5 jsou pak upraveny všeobecné preventivní zásady, ze kterých je zaměstnavatel povinen vycházet, jako například:
 - omezování vzniku rizik,
 - odstraňování rizik u zdroje jejich původu,
 - přizpůsobování pracovních podmínek potřebám zaměstnanců s cílem omezení působení negativních vlivů práce na jejich zdraví,
 - nahrazování fyzicky namáhavých prací novými technologickými a pracovními postupy,
 - nahrazování nebezpečných technologií, výrobních a pracovních prostředků, surovin a materiálů méně nebezpečnými nebo méně rizikovými, v souladu s vývojem nejnovějších poznatků vědy a techniky,
 - omezování počtu zaměstnanců, vystavených působení rizikových faktorů pracovních podmínek překračujících nejvyšší hygienické limity a dalších rizik, na nejmenší počet nutný pro zajištění provozu,
 - plánování při provádění prevence rizik s využitím techniky, organizace práce, pracovních podmínek, sociálních vztahů a vlivu pracovního prostředí,
 - přednostní uplatňování prostředků kolektivní ochrany před riziky oproti prostředkům individuální ochrany,
 - provádění opatření směřujících k omezování úniku škodlivin ze strojů a zařízení,
 - udílení vhodných pokynů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Povinností zaměstnavatele je také v případě nemožnosti odstranění rizik, tato rizika vyhodnotit a přijmout opatření k omezení jejich působení tak, aby ohrožení bezpečnosti a zdraví zaměstnanců bylo minimalizováno. Ustanovení § 102 také upravuje povinnost zaměstnavatele vést dokumentaci o přijatých opatřeních, vycházejících právě z vyhledávání a vyhodnocení rizik.

- §103 podrobně upravuje povinnosti zaměstnavatele, ve vztahu k zaměstnancům a výkonu jejich práce,
- §104 se zabývá požadavky na osobní ochranné pracovní prostředky,
- §105 upravuje povinnosti zaměstnavatele při pracovních úrazech a nemocech z povolání,
- §106 upravuje práva a povinnosti zaměstnance,
- §107 odkazuje na zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, a to konkrétně na **zákon č. 309/2016 Sb.**, přičemž tato “odkazovací” forma úpravy zohledňuje skutečnost, že evropská legislativa podléhá častým změnám a je nutno na ni pružněji reagovat v rámci legislativního procesu,
- § 108 zahrnuje úpravu účasti zaměstnanců na řešení otázek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce zpracovává také příslušné předpisy Evropské unie, přičemž problematiky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci se týká:

- **Směrnice Rady 91/383/EHS** ze dne 25. června 1991, kterou se doplňují opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci zaměstnanců v pracovním poměru na dobu určitou nebo v dočasném pracovním poměru,
- **Směrnice Rady 89/391/EHS** ze dne 12. června 1989 o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci,
- **Směrnice Rady 89/656/EHS** ze dne 30. listopadu 1989 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci (třetí samostatná směrnice ve smyslu čl.16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS). [9]

3.2 Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.

Hlavním prováděcím předpisem, týkajícím se problematiky bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců, je nařízení vlády č. 378/2001 Sb., které se v souladu s právem Evropských společenství, respektive Evropské unie, vztahuje na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí, pokud požadavky na bezpečnost provozu a používání zařízení nestanoví zvláštní právní předpis jinak. Toto nařízení vychází ze **Směrnice Rady 89/655/EHS**, o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při používání pracovního zařízení při práci, ve znění **Směrnice Rady 95/63/ES**. [10]

Toho nařízení vlády podobně jako zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, úzce souvisí s problematikou rozebíranou v diplomové práci, a proto se zaměříme na jeho vybrané paragrafy:

- § 2 pro účely nařízení upřesňuje jednotlivé pojmy, jako je používání zařízení, nebezpečný prostor, ochranné zařízení, obsluha zařízení, původní a provozní

dokumentace, místní provozní bezpečnostní předpis a normová hodnota konkrétních technických požadavků.

- § 3 vymezuje minimální požadavky na bezpečný provoz a používání zařízení v závislosti na příslušném riziku vytvářeném daným zařízením, kterými jsou například požadavky na:
 - používání zařízení k účelům, pro které je toto určeno, a to v souladu s provozní dokumentací (zaměstnavatel může stanovit další požadavky na bezpečnost místním provozním bezpečnostním předpisem);
 - bezpečný přístup obsluhy k zařízení a dostatečný manipulační prostor;
 - bezpečný způsob přivádění nebo odvádění všech forem energií a látek, užívaných nebo vyráběných na strojním zařízení;
 - snížení rizika kontaktu nebo zachycení zaměstnance pohybujícími se částmi pracovního zařízení nebo pádu břemene;
 - montování a demontování zařízení za bezpečných podmínek v souladu s návodem dodaným výrobcem (není-li k dispozici, tak návodem stanoveným zaměstnavatelem);
 - ochranu zaměstnance proti nebezpečnému dotyku u zařízení pod napětím a před jevy vyvolanými účinky elektřiny;
 - umístění ovládacích prvků ovlivňujících bezpečnost provozu zařízení mimo nebezpečné prostory;
 - bezpečné ovládání strojního zařízení, a to i v případě poruchy nebo poškození jeho ovládacích prvků;
 - spouštění zařízení pouze záměrným úkonem obsluhy pomocí ovládače, který je k tomu účelu určen;
 - vybavení strojního zařízení ovládačem pro jeho úplné bezpečné zastavení;
 - vybavení strojního zařízení ovládačem pro nouzové zastavení;
 - upevnění, ukotvení nebo zajištění strojního zařízení nebo jeho části vhodným způsobem;
 - ochranu zaměstnanců před hlukem, vibracemi nebo teplotami, které vyvíjí strojní zařízení;
 - ochranu zaměstnanců před padajícími, odlétajícími nebo vymrštěnými předměty ze strojního zařízení;
 - ochranu zaměstnanců před rizikem požáru nebo výbuchu;
 - ochranu zaměstnanců před pohybujícími se částmi strojního zařízení;
 - přehled obsluhy o přítomnosti osob v nebezpečných prostorech strojního zařízení.
- § 4 stanovuje způsob kontroly bezpečnosti provozu zařízení před uvedením do provozu, přičemž v tomto směru odkazuje na průvodní dokumentaci výrobce, přičemž při její absenci stanovuje rozsah kontroly zaměstnavatel tzv. místním provozním bezpečnostním předpisem. Tímto předpisem zaměstnavatel také stanoví rozsah následné kontroly, která však dle nařízení musí být prováděna nejméně jednou za 12 měsíců, nestanoví-li však zvláštní právní předpis jinak. Takovým zvláštním právním předpisem je například vyhláška č. 18/1979 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a jsou stanoveny některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti, nebo vyhláška č. 19/1979 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterou

se určují vyhrazená zdvihací zařízení a jsou stanoveny některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti.

Další požadavky na bezpečný provoz a používání jednotlivých druhů zařízení jsou pak upraveny v přílohách 1 až 5 předmětného nařízení. [10]

3.3 Směrnice 2006/42/ES

V oblasti problematiky bezpečnosti nových strojních zařízení je z evropské legislativy nejvýznamnější Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES ze dne 17. května 2006, která svým zněním nahradila směrnicí 98/37/ES. K datu 29. 12. 2009 je pak tato směrnice v České republice prováděna prostřednictvím nařízení vlády č. 176/2008 Sb., o technických požadavcích na strojní zařízení, v platném znění.

Směrnice 2006/42/ES stanovuje obecné základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost, doplněné řadou zvláštních požadavků pro určité kategorie strojních zařízení. Směrnice se vztahuje na výrobky jako jsou strojní zařízení, vyměnitelná přídavná zařízení, bezpečnostní součásti, příslušenství pro zdvihání, řetězy, lana, popruhy, pro snímatelná mechanická převodová zařízení a neúplná strojní zařízení. Určuje vztah výrobce k uvedení výrobku na trh a provozu, přičemž popisuje postupy a základní požadavky uvedení výrobku na trh a do provozu. V příloze směrnice jsou definovány obecné zásady a základní požadavky na ochranu zdraví a na bezpečnost. [1]

3.4 Nařízení vlády č. 176/2008 Sb.

Nařízení vlády č. 176/2008 Sb., o technických požadavcích na strojní zařízení v platném znění, bylo vydáno na základě požadavků Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES. V příloze č. 1 k tomuto nařízení jsou uvedeny základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti, vztahující se na návrh a konstrukci strojních zařízení, které strojní zařízení musí splňovat. [11]

4 TECHNICKÉ NORMY

Technické normy jsou dokumentované dohody, které pro všeobecné a opakované použití poskytují pravidla, směrnice, pokyny nebo charakteristiky činností nebo jejich výsledků, které zajišťují, aby materiály, výrobky, postupy a služby vyhovovaly danému účelu. [7]

Technické normy jsou podle zákona č.22/1997 Sb. (provedená zákonem č.71/2000 Sb.) obecně nezávazné. To znamená, že technické normy nejsou považovány za právní předpisy a není stanovena povinnost jejich dodržování, nicméně v některých případech může být povinnost dodržovat požadavky uvedené v technické normě, stanovena právním předpisem, smlouvou, pokynem nadřízeného orgánu nebo rozhodnutím správního orgánu. [7] [12]

Všeobecně platí, že používání norem je velice důležitým nástrojem pro zajištění bezpečnosti a kvality výrobku, protože stanovují kritéria bezpečnosti a slouží jako referenční úroveň při poměření nebo zhodnocení kvality výrobku nebo služby. Jednotné evropské a mezinárodní technické normy jsou především nezbytnou podmínkou k zajištění volného oběhu zboží a služeb v rámci jednotného trhu Evropské unie. Jejich využívání přináší výrobcům, obchodníkům, ale i státu a ostatním uživatelům, značné výhody, což znamená například snížení výrobních nákladů, usnadnění přístupu na trh v prostředí konkurenčního boje a zkvalitnění a zjednodušení jejich žití. [7] [12]

Dosud platné původní české normy jsou již zastaralé a neaktuální a z toho důvodu jsou rušeny bez náhrady nebo mohou být nahrazeny zcela nebo částečně převzetím evropské či mezinárodní normy. Nepřevzaté české technické normy mohou být vytvářeny pouze v oblastech, ve kterých neexistují normy evropské nebo mezinárodní a potom takto vytvořená norma nese označení pouze ČSN.

Česká republika má povinnost jako člen EU a Evropských normalizačních organizací, na základě Nařízení EU 1025/2012 a Směrnice EU 98/34/ES, respektive směrnice 2015/1535/EU, kterou byla k 9. září 2015 nahrazena, převzít zpravidla do šesti měsíců po jejich schválení do své národní soustavy ČSN všechny normy evropské. V současné době je soustava českých technických norem v naprostém souladu se soustavou norem evropských. Proces přejímání evropských norem do národní soustavy plynule pokračuje, v návaznosti na to, jak jsou zpracovávány a schvalovány nové evropské normy. Záměrem směrnice 2015/1535/EU je pomoci zamezit vytváření nových technických překážek obchodu v rámci Evropské unie. Směrnice požaduje, aby členské státy notifikovaly Evropské komisi návrhy technických předpisů, a poté dodržely období pozastavení prací, minimálně na dobu tří měsíců před přijetím předpisu tak, aby umožnily ostatním členským státům a Komisi vznést připomínky, týkající se potenciálních překážek. V České republice je podle zákona č. 22/1997 Sb. kontaktním místem pro komunikaci s Evropskou komisí Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. [13] [14]

U přejímání mezinárodních norem je tomu jinak. Zde Česká republika nemá povinnost převzít mezinárodní normy, ale převzetí je zcela dobrovolné a řídí se zejména národními potřebami.

4.1.1 Harmonizované normy

Za harmonizovanou normu se považuje ta česká technická norma, která plně přejímá evropskou normu nebo harmonizační dokument, který uznaly orgány Evropského společenství jako

harmonizovanou evropskou normu. Evropské harmonizované normy jsou zveřejňovány v Úředním věstníku Evropské unie ve vztahu k jedné či více evropským směrnicím. České harmonizované technické normy jsou oznamovány ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ve vztahu k jednomu či více nařízením vlády, kterými byly příslušné evropské směrnice převzaty do právního řádu ČR. [14]

Pro členské státy Evropské unie je hlavním cílem harmonizovaných norem vytvářet předpoklad shody s podstatnými požadavky směrnic, se kterými je norma harmonizována. Díky tomu, že harmonizované normy jsou zavedeny ve všech státech EU, je možné v rámci evropského trhu klást stejné požadavky na výrobek a službu, čímž odpadávají technické překážky obchodu. Nicméně evropské harmonizované normy jsou vždy nezávazné a nezávazné musí zůstat i při jejich převzetí do národních norem, přičemž splnění požadavků harmonizované normy je považováno za splnění příslušných ustanovení evropských předpisů. [15]

Výběr významných harmonizovaných bezpečnostních norem pro posouzení rizik strojních zařízení:

ČSN EN ISO 12100:2011

Základní bezpečnostní norma pro strojní zařízení je norma ČSN EN ISO 12100:2011, Bezpečnost strojních zařízení, která se zabývá systémy a návody pro vývoj a konstrukci strojních zařízení tak, aby byly bezpečné při jejich předpokládaném použití v celém životním cyklu. Norma byla oproti předchozím normám rozšířena o terminologii, definice a strategii pro posuzování a snižování rizika.

Tato norma je základem pro tvorbu norem dalších, které mají následující strukturu:

- normy typu A: základní (základní pojmy, zásady pro konstrukci a všeobecná hlediska, které mohou být aplikována na všechna strojní zařízení),
- normy typu B: skupinové (jedno bezpečnostní hledisko nebo jedno bezpečnostní zařízení pro větší počet strojních zařízení):
 - o normy typu B1 – jedno bezpečnostní hledisko (např. bezpečných vzdáleností, teploty povrchu, hluku atd.),
 - o normy typu B2 – jedno bezpečnostní zařízení (např. dvouručního ovládacího zařízení, blokovacího zařízení, tlakově citlivých zařízení, krytů apod.),
- normy typu C: výrobkové (věnují se jednotlivým typům strojů nebo skupinám strojů, u kterých určují detailní bezpečnostní požadavky).

V praxi se mohou požadavky norem typu A a B lišit od požadavků normy typu C. V tomto případě jsou požadavky normy typu C vždy nadřazené.

Tato mezinárodní norma je typu A. [4]

ČSN EN ISO 13849-1:2017

Harmonizovaná norma typu B, která se nazývá Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části řídicích systémů – Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci. Norma uvádí bezpečnostní požadavky a pokyny o zásadách návrhu a integrace bezpečnostních částí ovládacích systémů (SRP/CS), včetně návrhu software. Pro tyto části SRP/CS specifikuje norma charakteristiky, které zahrnují úroveň vlastností, požadovaných k vykonávání bezpečnostních funkcí. Norma platí i pro nepřetržitý režim, bez ohledu na druh používané technologie a energie (elektrické, hydraulické, pneumatické, mechanické atd.) pro všechny druhy strojních zařízení. [6]

ČSN EN 62061:2005

Harmonizovaná norma typu B, která se nazývá Bezpečnost strojních zařízení – Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických řídicích systémů souvisejících s bezpečností. Norma stanovuje požadavky a doporučení na návrh, začlenění a potvrzení platnosti elektrických, elektronických a programovatelných elektronických řídicích systémů, souvisejících s bezpečností určených pro stroje. Norma se týká požadavků na funkční bezpečnost, týkající se snížení rizika poranění nebo poškození zdraví osob v bezprostřední blízkosti stroje a požadavků souvisejících s používáním stroje. [5]

ČSN EN ISO 23125:2018

Harmonizovaná norma typu C, která se nazývá Obráběcí stroje – Bezpečnost – Soustruhy a doplňuje relevantní normy A a B v předmětu všeobecné bezpečnosti. Norma se zabývá skupinami soustruhů a soustružnických center a specifikuje jejich terminologii a definice. Dále specifikuje bezpečnostní požadavky nebo opatření pro vyloučení nebezpečí a omezení rizik těchto skupin. V normě jsou popsána významná nebezpečí soustruhů i jejich pomocných zařízení, která jsou jejich součástí. [16]

ČSN EN ISO 14119:2014

Harmonizovaná norma typu B2, která se nazývá Bezpečnost strojních zařízení – Blokovací zařízení spojená s ochrannými kryty. Norma slouží jako návod pro konstruktéry strojních zařízení a tvůrce bezpečnostních norem, jak konstruovat a vybírat blokovací zařízení spojená s ochrannými kryty. Dále norma uvádí požadavky pro minimalizaci možnosti ochromení blokovacích zařízení rozumně předvídatelným způsobem a jednotlivé druhy blokovacích zařízení spojených s ochrannými kryty. [17]

ČSN EN ISO 14120:2017

Harmonizovaná norma typu B2, která se nazývá Bezpečnost strojních zařízení – Ochranné kryty – Obecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých krytů. Norma specifikuje obecné požadavky pro návrh, konstrukci a výběr ochranných krytů, určených k ochraně osob před mechanickými nebezpečími. Norma také indikuje další nebezpečí, která mohou mít vliv na návrh a konstrukci ochranných krytů. V příloze normy jsou příklady pro mechanické zkoušení ochranných krytů. [18]

ČSN EN 60204-1 ed.2:2007

Harmonizovaná norma, která se nazývá Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů. Norma pro elektrická, elektronická a programovatelná elektronická zařízení a systémy u strojů, které nejsou během činnosti přenosné rukou, včetně skupiny strojů, které pracují společně koordinovaným způsobem. Norma specifikuje požadavky na elektrická zařízení strojů a rizika spojená s nebezpečími, vztahujícími se k elektrickým zařízením. Rizika musí být posuzována jako součást souhrnných požadavků na hodnocení rizika stroje. [19]

4.1.2 Určené normy

V České republice, pokud potřebujeme specifikovat technické požadavky na výrobky, vyplývající z nařízení vlády nebo jiného technického předpisu, může Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, po dohodě s ministerstvy a jinými ústředními správními úřady, jejichž působnosti se příslušná oblast týká, určit české technické normy, další technické normy nebo technické dokumenty mezinárodní, obsahující podrobnější technické požadavky. Tyto

české normy se nazývají normy určené a stejně jako harmonizované normy jsou oznamovány ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Stejně jako harmonizované normy, tak splněním určených norem považujeme požadavky stanovené v právním předpisu za splněné. Určené normy jsou také nezávazné a při jejich nedodržení většinou vzniká určitá právní povinnost a zajištění posouzení o shodě výrobku může probíhat mnohem náročnějším způsobem. [14]

Výběr významných určených bezpečnostních norem pro strojní zařízení:

ČSN EN ISO 16090-1:2019

Určená norma, která se nazývá Bezpečnost obráběcích strojů – Obráběcí centra, frézky, postupové stroje – Část 1: Bezpečnostní požadavky, specifikuje technické bezpečnostní požadavky a ochranná opatření pro návrh, konstrukci a dodávání stacionárních frézek, včetně strojů umožňujících provádět operace vyvrtávání, dále obráběcích center a postupových strojů, které jsou určeny k řezání studeného kovu a jiných nehořlavých studených materiálů. Dále norma specifikuje terminologii a definice v oblasti zmíněných strojů a jejich bezpečnostních funkcí. [20]

ČSN ISO 16156:2004

Určená norma, která se nazývá Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Bezpečnostní požadavky na konstrukci a výrobu obrobkových sklíčidel. Norma stanovuje požadavky nebo opatření k odstranění nebezpečí a k minimalizaci rizik u obrobkových sklíčidel. Požadavky se týkají konstruktérů, výrobců, dodavatelů a dovozců. [21]

ČSN EN ISO 61508-6 ed.2:2011

Určená norma, která se nazývá Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností. Norma podrobně stanovuje přístup pro všechny aktivity životního cyklu bezpečnosti systému, obsahující elektrické, elektronické nebo programovatelné elektronické součásti, využívané pro zajišťování bezpečnostních funkcí. [22]

ČSN EN ISO 13460:2009

Určená norma, která se nazývá Údržba – Dokumentace pro údržbu je rozdělena na normativní část a informativní přílohy. Normativní část se zabývá první částí životního cyklu objektu, který se má udržovat, jmenovitě etapou přípravy. Normativní část obsahuje seznam požadovaných základních dokumentů pro údržbu. Informativní přílohy obsahují dokumentaci pro údržbu s ohledem na funkci údržby, jako součást systému kvality podniku. [23]

5 PROVOZOVANÝ CNC SOUSTRUH SPM 16

Stroj pro výrobu menších jednoduchých i tvarově složitějších součástí, vyrobený firmou Kovosvit a.s. roku 2001 v Sezimově Ústí, je určen pro práce v kusové i sériové výrobě. Jeho hlavní předností je obrábění soustružením rotačních dílců, ale i obrábění nerotačních a složitějších tvarů pomocí běžných obráběcích operací, jako jsou frézování a vrtání.

Stroj je provozován na Fakultě strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně ve školní laboratoři ÚVSSR a slouží především k výuce studentů.

5.1 Popis stroje

CNC soustruh SPM 16 je soustružnické centrum jednovřetenového provedení s automatickou výměnou nástrojů, osou Y a osou C. Stroj je vybaven pravým vřeteníkem, schopným po převzetí rozpracovaného dílce z levého vřetene jej dokončit v pravém vřetenu. Tím dochází k výraznému snížení vedlejších časů, ke zvýšení kvality práce a přesnosti obrábění. Stroj je vhodný především pro opakovanou výrobu převážně rotačních dílců, vyžadující rovněž operace frézování a vrtání. Maximální délka obrobku s obroběnými čely je 255 mm. Kinematika stroje umožňuje využití šesti řízených os. Robustní konstrukce s velmi dobrou tuhostí nástrojového úhlu včetně osy Y v kombinaci s pravým vřeteníkem umožňují obrábění výkonnými nástroji. Stroj je vybaven pohony Siemens a řídicím systémem Siemens. Lze využít podavač tyčí nebo robota pro manipulaci s přírubovými polotovary, které však provozovaný stroj nemá.

Základ stroje tvoří lože, po kterém přejíždějí saně (Osa Z), na kterých se pohybuje suport (Osa X). Na suportu je připevněna nástrojová hlava s nástroji. Stroj je vybaven dalším suportem (Osa Y), který spolu s polohováním vřetena (Osa C) umožní obrábění nerotačních součástí a tím zvyšuje technologické možnosti stroje. Na levé straně lože je umístěn vřeteník s vřetenem a upínacím zařízením pro upnutí obrobku, na pravé straně pak přestavitelný koník s výsuvnou pinolou. Pohony jsou ve všech osách realizovány digitálními regulačními servopohony, pohon hlavního vřetena je realizován asynchronním motorem s regulační jednotkou. Kryty pracovního prostoru zabraňují vylétnutí třísek a rozstříku chladicí kapaliny mimo stroj. Vstup do pracovního prostoru je umožněn pomocí posuvného krytu. Třísky a chladicí kapaliny jsou kryty pracovního prostoru sváděny do dopravníku třísek nebo vany umístěné před ložem. Na zadní straně stroje je skříň rozvaděče a řídicího systému. K ovládání stroje slouží ovládací panel. V automatickém cyklu se činnost obsluhy soustředí na upínání a vyjímání obrobku z pracovního prostoru. [24]



Obr. 1) CNC soustruh MAS SPM 16 [24]

5.2 Technické parametry

Tab 1) Technické parametry CNC soustruhu SPM 16

Pracovní rozsah		
Geometrická a pracovní přesnost	mm	ISO 13041
Oběžný průměr nad ložem	mm	535
Oběžný průměr nad příčným suportem	mm	290
Maximální obráběný průměr	mm	180
Standardní průměr soustružení	mm	90
Max. délka obrobku s obrobenými čely	mm	400
Pracovní vřeteno – tubusové provedení		
Přední konec vřetena (DIN 55026)		A5 (A6)
Vrtání vřetena	mm	51 (76)
Upínací sklíčidlo	mm	165 (210)
Max. průměr při obrábění z tyče	mm	42 (65)
Řídicí systém SIEMENS		SINUMERIC 810D
Hlavní pohon		
Výkon motoru S1/S2 (30 min)	kW	20/27,5
Moment na vřetenu S1 / S2 (30min)	Nm	125/172

Rozsah otáček vřetena	1/min	60-6000 (60-5000)
Náhon osy C		
Jmenovitý výkon motoru	kW	1
Max. moment na vřetenu	Nm	220
Osa X – přímé odměřování		
Kuličkový šroub – průměr / stoupání	mm	32/12
Max. zdvih – délka soustružení	mm	181
Rychloposuv	m/min	21
Max. posuvná síla	kN	10
Osa Z – rotační odměřování		
Kuličkový šroub – průměr / stoupání	mm	32/12
Max. zdvih – délka soustružení	mm	485
Rychloposuv	m/min	24
Max. posuvná síla	kN	10
Osa Y – rotační odměřování		
Kuličkový šroub – průměr / stoupání	mm	63/12
Valivé vedení		ANO
Max. zdvih – délka soustružení	mm	100 (±50)
Rychloposuv	m/min	21
Max. posuvná síla	kN	10
Nástrojová hlava		
Počet poloh		12
Průměr upínacího čepu držáku nástroje DIN 69880	mm	30
Max. otáčky nástrojového vřetena	1/min	4000
Koník		
Průměr pinoly	mm	70
Zdvih pinoly	mm	110
Rozsah přitlačné síly	kN	0,9 – 7,8
Luneta		
Varianta 1 SLU-1 rozsah upínacího průměru	mm	4 – 64
Varianta 2 SLU-2 rozsah upínacího průměru	mm	8 – 101
Varianta 2 SLU-2A rozsah upínacího průměru	mm	8 – 80
Rozměry stroje		
Délka x šířka x výška	mm	2800 x 1505 x 1920
Hmotnost	kg	4300

6 SYSTÉMOVÝ ROZBOR PROBLEMATIKY

Před zpracováním praktické části je potřeba provést jednak systémový rozbor a jednak volbu vhodného postupu pro zpracování tématu diplomové práce. Je zapotřebí zhodnotit současný stav stroje, legislativu platnou v době jeho výroby a uvedení na trh, provozované údržby, dokumentaci a okolí stroje. Po seznámení se s historií stroje, bude zvolen vhodný postup pro provedení analýzy rizik, která bude vycházet ze současného stavu hodnoceného stroje. K řádnému provedení analýzy rizik je nezbytné vycházet z předpisů a norem, které udávají požadavky na bezpečnost, přičemž tyto požadavky budou shrnuty do přehledu, ze kterého bude vycházeno při zpracování jednotlivých kapitol této diplomové práce.

6.1 Současný stav stroje

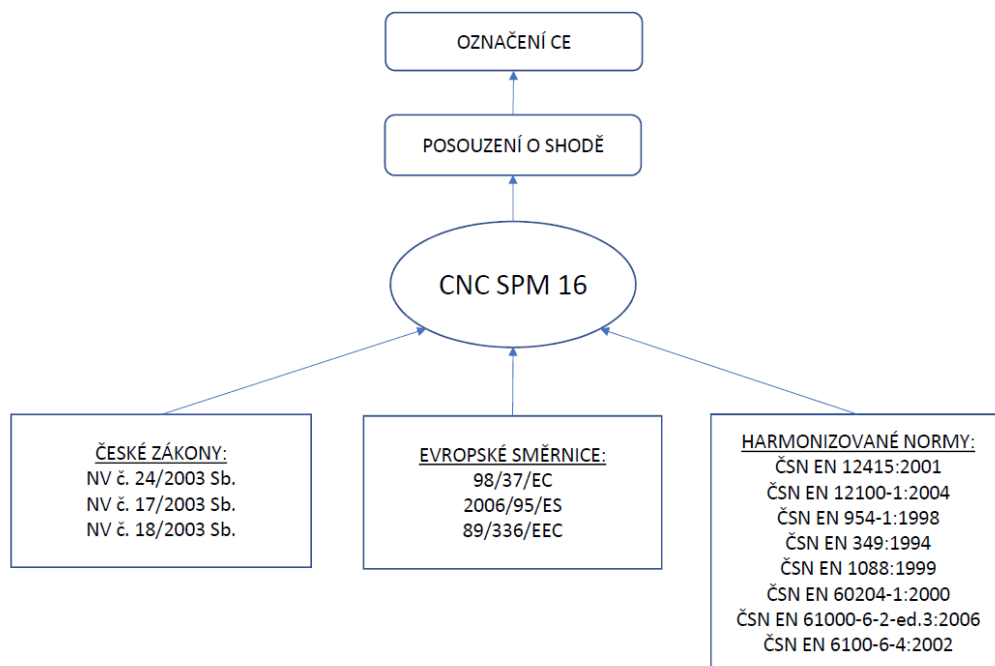
Provozovaný stroj byl vyroben roku 2001 a prokázal shodu strojního zařízení s náležitými právními předpisy stanovenými EU. V prohlášení o shodě jsou uvedena ustanovení EU a harmonizované normy, dle kterých bylo soustružnické centrum zkonstruováno. Prohlášení bylo vypracováno na základě výrobní dokumentace, která obsahuje popis strojního zařízení, návod k používání a dokumentaci o posouzení rizika. Splněním právních požadavků a předpisů bylo umístěno na stroji označení CE, kterým výrobce vyjadřuje soulad výrobku s příslušnými požadavky, stanovenými v harmonizačních právních předpisech Evropských společenství, které upravují jeho připojování.

Z označení CE je zřejmé, že strojní zařízení při uvádění na trh splňovalo právní legislativu k roku vydání prohlášení o shodě. To znamená, že v daném roce strojní zařízení splňovalo v souladu s právem Evropského společenství základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost strojních zařízení. Avšak to nutně neznamená, že výrobek opatřen tímto označením je zcela bezpečný a kvalitní.

Na obrázku č.2 je schéma zobrazující předpisy a normy, které se vztahují ke stroji a výrobce se jimi řídil, aby splnil požadovanou bezpečnost strojního zařízení a stroj mohl být opatřen označením CE.

Provozovaný stroj je využíván jako stroj výukový a z tohoto důvodu se na něj vztahuje spousta výjimek, které při zpracování diplomové práce nebudou brány v potaz. Vzhledem k tomu, že se jedná o výukový stroj, tak i četnost jeho využívání není úplně pravidelná. Pro zajímavější výsledky a celkově zajímavější pohled na problematiku práce, bude uvažováno s tím, že předmětné obráběcí centrum je využíváno v praxi, a to s dvou směnným provozem. Stroj neobsahuje povinnou provozní dokumentaci, v důsledku čehož není zřejmé, jak probíhala údržba, revize a opravy stroje. Z toho důvodu jsem se zkontaktoval s Ing. Jiřím Tůmou, Ph.D., který má přehled o provozu stroje a který mě seznámil s historií a údržbou stroje.

Na obrázcích č.3 až č.5 je nafocený konkrétní provozovaný stroj z obou stran a jeho výrobní štítek.



Obr. 2) Schéma uplatněných norem, směrnic a zákonů



Obr. 3) Provozovaný stroj z přední strany



Obr. 4) Provozovaný stroj ze zadní strany



Obr. 5) Výrobní štítek provozovaného stroje

6.2 Návrh postupu řešení

Provozovaný stroj je v provozu přibližně 17 let, během kterých podléhal pravidelnému opotřebení a stárnutí. Z toho důvodu je zapotřebí, za využití aktuálně platných norem, kontrolovat například opotřebení bezpečnostních částí stroje, které musí být po určité době vyměněny nebo vyřazeny z bezpečnostních prvků a nahrazeny prvky modernějšími. Při postupu řešení problematiky práce je vycházeno z platných norem, na jejichž základě lze zajistit

bezpečný provoz stroje tak, aby splňoval adekvátní úroveň bezpečnosti strojního zařízení. Návrh postupu řešení bude realizován v těchto krocích:

- Krok č.1: Je nutné provést analýzu harmonizovaných bezpečnostních norem, týkajících se provozovaného stroje a z těchto pak vycházet v rámci analýzy rizik. Analýza harmonizovaných norem je provedena v další kapitole.
- Krok č.2: První část analýzy rizik bude provedena podle návodu k používání, kde budou uplatněny získané informace o údržbě a opravách stroje. Podle návodu k používání od výrobce budou zjištěna možná nebezpečí, která vznikají neprovedenou údržbou. Tato nebezpečí budou následně vyloučena navrženými úkoly pro osobu zodpovědnou za údržbu, a to formou požadavkového listu. Teprve po splnění požadavkového listu bude možné stroj považovat za udržovaný v souladu s návodem od výrobce a bude možno začít s druhou částí analýzy rizik podle požadavků zmíněných harmonizovaných norem.
- Krok č.3: Druhá část analýzy rizik bude provedena pomocí zvolené metody, kde budou kontrolovány všechny zmíněné požadavky harmonizovaných norem a odhadnuty velikosti rizik jednotlivých nebezpečí, která vznikají nesplněním požadavků harmonizovaných norem. Tato rizika se pokusím snížit návrhem příslušných opatření. Pokud budou po navržených opatřeních znovu vyhodnocená rizika akceptovatelná, bude možné přistoupit k samotné realizaci návrhů.
- Krok č.4: Realizace navržených opatření bude provedena například výměnou nebo opravou původních bezpečnostních komponentů, za konkrétní nové bezpečnostní komponenty. U nových komponentů bude určen výrobce, typ, funkce nebo konstrukce realizované součásti. V jiných případech je potřeba vystavit požadavkový list, který je potřeba splnit konkrétní zodpovědnou osobou.
- Krok č.5: Na závěr bude provozovaný stroj, po provedené realizaci navržených opatření, zhodnocen z hlediska legislativních požadavků na minimální bezpečnost provozovaných strojů.

6.3 Analýza relevantních harmonizovaných norem

Relevantní normy, které se vztahují k bezpečnosti stroje je velké množství. Dělení bezpečnostních norem je zmíněno v teoretické části o harmonizovaných normách. Pro tuto diplomovou práci jsou relevantní harmonizované normy, které se vztahují k bezpečnosti provozovaných strojních zařízení, především pro skupinu soustruhů. Nejvýznamnější harmonizovanou normou pro soustruhy je ČSN EN ISO 23125:2018 Bezpečnost – Soustruhy. Tato norma typu C určuje detailní bezpečnostní požadavky a odkazuje se na řadu významných harmonizovaných norem typu B. Analýza výše uvedené normy a také pár odkazovaných harmonizovaných norem typu B, bude následně použita při tvorbě analýzy rizik.

6.3.1 ČSN EN ISO 23125:2018

Podle této harmonizované normy budou specifikovány požadavky a opatření pro vyloučení nebezpečí nebo omezení rizik. Provozovaný stroj lze podle normy zařadit do skupiny č.3:

Číslicově řízené soustruhy a soustružnická centra (kapitola normy 3.4.5) a podskupiny: Malý soustruh (kapitola normy 3.4.1).

Významné bezpečnostní požadavky nebo opatření budou kontrolovány podle kapitoly normy č.5: Bezpečnostní požadavky a ochranná opatření. V této kapitole jsou popsána nebezpečí, která se mohou vyskytnout během životnosti stroje, jak ohledně obsluhy, tak i ostatních osob, které mají přístup k nebezpečným zónám stroje. V normě jsou popsány následující požadavky:

- Požadavky na ochranné kryty
- Požadavky vyplývající z mechanických nebezpečí
- Požadavky na primární bezpečnostní zařízení pro stroje
- Podmínky pro upínání obrobku
- Požadavky na režimy provozu stroje
- Požadavky pro stroje vybavené posuvem tyče
- Požadavky na manipulační zařízení pro ruční nebo automatické zakládání/vyjímání
- Požadavky na stroje vybavené koníkem a/nebo pinolou
- Požadavky na sběr třísek a jejich odstranění
- Požadavky na vně přístupný zásobník nástrojů
- Požadavky vyplývající z elektrických nebezpečí
- Požadavky vyplývající z nebezpečí hluku
- Požadavky vyplývající z nebezpečí vyzařování
- Požadavky vyplývající z nebezpečí použitých materiálů nebo látek
- Požadavky vyplývající z nebezpečí zanedbání ergonomických principů
- Požadavky vyplývající z nebezpečí neočekávaného spuštění
- Požadavky vyplývající z nebezpečí nerovnoměrné rychlosti nástroje
- Požadavky vyplývající z nebezpečí poruchy dodávky energie
- Požadavky vyplývající z nebezpečí poruchy ovládacího obvodu
- Požadavky vyplývající z nebezpečí chybného seřízení
- Požadavky vyplývající z nebezpečí vystříknutí kapaliny nebo vymrštění předmětů
- Požadavky vyplývající z nebezpečí ztráty stability
- Požadavky vyplývající z nebezpečí uklouznutí, zakopnutí a pádu osob

Všechny požadavky jsou detailně zpracovány a vyhodnoceny podle metod ověřování předmětné normy, v kapitole Analýza rizik. Pokud požadavky splněny nejsou, je potřeba navrhnout opatření pro snížení rizik identifikovaných nebezpečí.

6.3.2 ČSN EN ISO 13849-1:2017

Obsah této normy je rozebrán v kapitole 4.2.1. V rámci diplomové práce, se zaměřím na spolehlivost bezpečnostních částí ovládacích systémů. Pro ovládací systémy spočítám dobu do které 10 % bezpečnostních komponent ovládacího systému selže, čímž zjistím, jestli hrozí ovládacím systémům provozovaného stroje nebezpečné selhání.

Bezpečnostní části ovládacích systémů provozovaného stroje jsou v souladu s dříve platnou normou ČSN EN 954-1:1998. K těmto bezpečnostním částem ovládacího systému zcela chybí jakákoliv průvodní nebo technická dokumentace, což výpočet komplikuje. Pokud by dokumentace ke stroji byla dostupná, bylo by postupováno podle přílohy C současně platné harmonizované normy, která uvádí postup výpočtu MTTF_D pro jednotlivé komponenty obvodu

(hydraulické, mechanické, pneumatické a další). Postup by vycházel z údajů od výrobce, kde by byla rovnou uvedena hodnota $MTTF_D$ nebo by výrobce uváděl hodnotu t_c , což je střední doba mezi začátkem dvou po sobě následujících cyklech v sekundách za cyklus. Tyto hodnoty bych dosadil do vzorce pro výpočet středního počtu ročního provozu:

$$n_{op} = \frac{d_{op} \cdot h_{op} \cdot 3600}{t_{cyklu}} [\text{cykl/rok}]$$

Kde h_{op} je střední doba provozu v hodinách za den a d_{op} je střední doba provozu ve dnech za rok. Tyto hodnoty bych uvažoval jako pro provozovaný stroj v běžném podniku, který podle ČSN EN ISO 16090:2019 je využíván dvě směny po 8 hodinách, 300 dní v roce. Vypočítaný střední počet ročního provozu bych dosadil do výpočtu doby provozu do selhání 10% komponentů:

$$T_{10D} = \frac{B_{10D}}{n_{op}} = [\text{roků}]$$

Kde B_{10D} je počet cyklů do 10 % nebezpečných selhání komponentů.

Problém ovšem nastává u zmíněné dokumentace a pokud jsem se snažil hodnoty t_c získat například odhadem podle počtu operací přílohy I normy ČSN EN ISO 16090:2019, tak jsem se dostával k velkému rozptylu až k nereálným hodnotám, což jsem vyhodnotil jako špatně zvolený t_c . Bez potřebné dokumentace jsem se dostal pouze k metodě, která by mi t_c pomohla zvolit, a to je diskový kalkulátor od společnosti Euchner. Nicméně i k tomu je potřeba znalost konkrétních komponentů bezpečnostních obvodů, aby bylo možné komponenty vyhodnotit a následně spočítat pomocí zmíněného výpočtu. Od těchto řešení jsem nakonec ustoupil a zkusil spolehlivost bezpečnostních komponentů určit jiným způsobem, kterým bych mohl obejít neznalost jednotlivých komponentů a technické dokumentace a získat určité hodnoty spolehlivosti, které bych mohl považovat za přibližné, ale blízké reálným hodnotám. Postup je uveden v dalším odstavci.

Harmonizovaná norma ČSN EN ISO 23125:2018 říká, že pokud ovládací obvody splňují požadavky dřívější normy ČSN EN 954-1:1998, tak je možné ovládací systémy zařadit do bezpečnostních kategorií podle tabulky kapitoly současné normy 5.11. Tyto kategorie jsou zmíněné i v aktuální normě ČSN EN ISO 13849:2017 a pro jednotlivé kategorie norma udává požadavky na krátkou, střední a dlouhou dobu $MTTF_D$ v tabulce normy č.10. Rozsah doby $MTTF_D$ je pro krátkou dobu 3 až 10 let, pro střední 10 až 30 let a pro dlouhou 30 až 100 let. Pro rozsahy $MTTF_D$ jsem následně zvolil konkrétní hodnotu, spadající do rozsahu. Pro přehlednost jsem zpracoval zmíněné požadavky, kategorie a hodnoty $MTTF_D$ do tabulky č.2.

Tab 2) Střední doba do nebezpečné poruchy

Komponenty	Kategorie	Doba $MTTF_D$	Určená hodnota rozsahu $MTTF_D$
Blokovací zařízení spojené s pohyblivým ochranným krytem	-	-	-
• Pracovní zóna obsluhy	3	Střední	20
• Převody, pohonné mechanismy	3	Střední	20

• Výměník nástrojů	3	Střední	20
Zařízení vyžadující nepřetržité působení na ovladač	3	Dlouhá	70
Souhlasné povelové zařízení	3	Střední	20
Monitorování omezení rychlosti vřetena	3	Střední	20
Monitorování omezení rychlosti posuvu lineárních os	2	Střední	20
Ovládací systém upínání nástroje a obrobku	1	Dlouhá	70
Nouzové zastavení	1	Dlouhá	70
Volič funkce režimu provozu	1	Dlouhá	70
Bezpečné zastavení	2	Střední	20
Funkce spuštění a opětného spuštění	1	Dlouhá	70
Spuštění pohybu osy	1	Dlouhá	70

Vypočítaná hodnota $MTTF_D$ určuje dobu, do které 100 % bezpečnostních komponentů nebezpečně selže. Pro možné nebezpečí je tato doba omezena na 10 % a nazývá se jí T_{10D} . Tato hodnota bude vstupovat do výpočtu při vyhodnocování analýzy rizik.

6.3.3 ČSN EN ISO 14119:2014

Pro diplomovou práci je nejdůležitější částí této harmonizované normy typu B kapitola 5 Požadavky na konstrukci a instalaci blokovacího zařízení s jistěním ochranného krytu, kde jsou popsány jednotlivé požadavky, které je potřeba splnit. V práci nebudu provádět návrh blokovacích zařízení, ale pomocí normy posoudím, jestli současná blokovací zařízení dostatečně naplňují bezpečnostní požadavky této normy. V normě jsou popsány následující požadavky:

- Požadavky na uspořádání a připevnění snímačů polohy
- Požadavky na uspořádání a připevnění ovladačů
- Požadavky na ovládací režimy ovládání blokovacího zařízení
- Požadavky na rozhraní ovládacích systémů
- Doplnující požadavky na jistící zařízení ochranných krytů
- Požadavky na výběr jistících zařízení ochranných krytů
- Požadavky na podmínky prostředí
- Požadavky pro minimalizování možnosti ochromení blokovacích zařízení
- Požadavky na ovládání

6.3.4 ČSN EN ISO 14120: 2017

Pro diplomovou práci je nejdůležitější částí této harmonizované normy typu B kapitola 5 Obecné požadavky pro návrh a konstrukci ochranných krytů, kde jsou popsány jednotlivé požadavky a jejich následné ověření a validace metod, které je potřeba provést. V této práci nebudu provádět návrh ochranných krytů, ale pomocí zmíněné kapitoly posoudím, jestli současné ochranné kryty dostatečně naplňují bezpečnostní požadavky této normy. V normě jsou popsány následující požadavky:

- Požadavky na aspekty stroje

- Požadavky na aspekty člověka
- Požadavky na aspekty návrhu a konstrukci
- Požadavky na materiály, tuhost a podmínky při nárazu
- Požadavky na zachycování
- Požadavky na odolnost proti korozi
- Požadavky na ne-toxicitu
- Požadavky na průzory stroje
- Požadavky na průhlednost
- Požadavky na stíny a stroboskopické efekty
- Požadavky na elektrostatické vlastnosti
- Požadavky na tepelnou stálost
- Požadavky na oheň a hořlavost
- Požadavky na snižování hluku a vibrací
- Požadavky na ochranu proti záření
- Požadavky na lezení
- Požadavky na neztratné upevnění
- Požadavky na odolnost proti vibracím
- Požadavky na výstražné značky
- Požadavky na barvu
- Požadavky na vzhled

Jednotlivé požadavky se ověřují nebo validují pomocí těchto metod a jejich kombinací:

- vizuální kontrola
- praktické zkoušky, měření
- sledování během provozu
- přezkoumání hodnocení rizik založených na úlohách
- přezkoumání specifikací, dispozice a dokumentace

7 ANALÝZA RIZIK

Z předchozí kapitoly Systémový rozbor problematiky vypracuji analýzu rizik pomocí kontrolního seznamu (tzv. Checklist Analysis). Tato metoda patří mezi nejjednodušší systematické metody, ale zároveň mezi velmi efektivní metody analýzy rizik. Kontrolní seznam obsahuje jednotlivé požadavky, například relevantních norem, návodu k používání a právních předpisů, které je potřeba formulovat jednoznačnou otázkou, na kterou lze jednoznačně odpovědět způsobem buď splňuje nebo nesplňuje. Z tohoto důvodu je metoda vhodná pro využití v diplomové práci vzhledem k tomu, že vycházím z výběru požadavků, které potřebuji ověřit s aktuálním stavem stroje a na jednotlivé požadavky si odpovědět. Výsledkem metody je kvalitativní seznam shodných a neshodných položek s doporučením pro nápravu neshod. Nevýhodou kontrolních seznamů je nemožné odhalení jiných nebezpečí, než jsou uvedeny v kontrolních otázkách. Z tohoto důvodu se často metoda Checklist kombinuje s dalšími metodami analýzy rizik.

Další částí analýzy rizik je identifikování nebezpečí, které byly zjištěny z kontrolního seznamu. U těchto nebezpečí je potřeba určit jejich význam a velikost rizika. Pokud budou rizika neakceptovatelná, bude přistoupeno k návrhu opatření snižujících rizika na akceptovatelnou mez.

7.1 Kontrolní seznam

Kontrolní seznam se bude skládat ze dvou částí. V první části analýzy je zpracována údržba stroje a požadavky na bezpečnostní části a jejich životnost podle návodu k používání stroje. Po ošetření rizik z identifikovaných nebezpečí, spojených s údržbou, se vyhnu možným nebezpečím, která by následně vstupovala do další analýzy. Správně by stroj měl být v souladu s těmito požadavky a pravidelná údržba, zapisovaná do provozní dokumentace, ale vzhledem k množství výjimek provozovaného stroje ve školních laboratořích, je potřeba tenhle krok udělat jako první. Kontrolní seznam požadavků návodu k používání, je vypracovaný v tabulce č.5.

Druhá část kontrolního seznamu je prováděna až po ošetření požadavků z první části analýzy a vychází z požadavků normy ČSN EN ISO 16090:2019 a harmonizované normy ČSN EN ISO 23125:2018. Kontrolní seznam požadavků technických norem je vypracovaný v tabulce č.6 a tabulce č.7.

Tab 3) Kontrolní seznam podle Návodu k používání

Kapitola	Požadavek/Otázka	Komentář/ověření	ANO NE
2	Bezpečnost práce a všeobecné zásady ochrany zdraví při práci		
2.2	Zásady bezpečné obsluhy		
	Jsou všechny kryty na svém místě a funkční?	vizuální kontrola, funkční přezkoušení, dokumentace	ANO

	Jsou bezpečnostní zařízení, které chrání před nebezpečím úrazu na svém místě?	vizuální kontrola, funkční přezkoušení	ANO
	Je stroj vybaven filtračním systémem, který zachycuje škodlivé či nebezpečné výpary? (pouze pokud se používají řezné emulze a roztoky, které obsahují škodlivé látky)	Neobsahuje škodlivé či nebezpečné výpary.	-
	Je zakázáno používání stlačeného vzduchu pro čištění pracovního prostoru?	vizuální kontrola	ANO
2.3	Protipožární opatření		
	Jsou dodržovány při práci a při činnostech v okolí stroje zásady platného zákona o protipožární ochraně? (Zákon č. 237/2000 sb.) (proškolená obsluha v protipožární ochraně, pracovníci seznámeni s umístěním a obsluhou hasícího zařízení, okolí stroje bez uložených hořlavých látek, volné únikové cesty, v případě hašení používat práškové a sněhové hasící přístroje)	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
2.4	Ekologie provozu, odstraňování a likvidace odpadů		
	Je provoz stroje provozován v souladu se zákony na ochranu životního prostředí? (Zákon č. 185/2001 Sb. a č. 254/2001 Sb.)	dokumentace	ANO
8	Údržba strojních skupin		
8.1	Preventivní údržba		
	Je používána chladicí kapalina se správným složením, aby nedošlo k narušení funkčnosti těsnícího tmelu?	vizuální kontrola	ANO
	Je obnovena tenká vrstva montážní pasty na středícím kuželu pro upínače?	vizuální kontrola	NE
	Jsou správně ošetřeny teleskopické kryty a sčerače součástí stroje?	vizuální kontrola	ANO
	Bylo bezpečnostní sklo vyměněno po době pěti letech provozu?	provozní dokumentace	NE
	Jsou ochranné kryty správně ošetřeny a očištěny?	vizuální kontrola	ANO
	Čistí se stroj vhodným čistícím prostředkem? (petrolej nebo technický benzín)	vizuální kontrola	ANO
8.2	Pravidelné prohlídky a úkony		

	Jsou olejové náplně doplněny podle štítku mazání?	vizuální kontrola	ANO
	Je správně nastavený tlak oleje v hydraulických obvodech?	vizuální kontrola	ANO
	Je správně nastavený tlak oleje v hydraulických obvodech?	vizuální kontrola	ANO
	Je čistota oleje podle normy ISO 4406 v pořádku?	funkční kontrola	ANO
	Je filtr chlazení pohonu hlavního motoru čistý?	vizuální kontrola	NE
	Jsou správně napnuty řemeny hlavního pohonu?	vizuální kontrola, funkční kontrola	ANO
	Jsou vodící plochy čelistí sklíčidla čisté?	vizuální kontrola	ANO
	Jsou kovové plochy stroje bez povrchové úpravy, zvláště broušené plochy ošetřeny olejem?	vizuální kontrola	NE
	Je v mazacích drážkách dostatečně doplněný olej?	vizuální kontrola	ANO
	Je stav kapaliny pro chlazení nástrojů v pořádku?	vizuální kontrola	ANO
	Jsou filtrační sítě v nádrži s chladicí kapalinou dostatečně čisté?	vizuální kontrola	NE
	Probíhá správná činnost centrálního mazacího systému vedení a vřeteníku?	funkční kontrola	ANO
	Jsou vodící plochy vedení na loži a na saních dostatečně čisté?	vizuální kontrola	ANO
	Je hydraulická jednotka a těsnící prvky koníka správně utěsněna a splňuje maximální tlak dle štítku koníka?	vizuální kontrola	ANO
	Byla po 600 hodinách provozu vyměněna filtrační vložka hydraulického agregátu?	provozní dokumentace	NE
	Je brzda vřetena při maximálních otáčkách zastavena do 5 sekund?	funkční kontrola	ANO
	Je napnutí a stav řemenů pohonu vřetena vyhovující podle manuálu?	vizuální kontrola, funkční kontrola	ANO
	Je teplota vřeteníku a koníka v místě ložisek při 30 minutách provozu v souladu s manuálem?	funkční kontrola	ANO
	Je zpevnění koníka na lože dle manuálu?	vizuální kontrola	ANO

	Jsou stěrače kluzných ploch nepoškozené?	vizuální kontrola	ANO
	Byl po 2000 hodinách vyměněný olej v nádrži hydraulického agregátu?	provozní dokumentace	NE
8.3	Mazání stroje		
	Jsou používány pouze předepsaná maziva pro mazání všech pohyblivých částí?	vizuální kontrola	ANO
	Jsou používány maziva v souladu s jejich spotřební záruční lhůtou?	vizuální kontrola	ANO
	Jsou veškeré maziva doplněny dle mazacího plánu na štítku stroje?	vizuální kontrola	ANO
9	Údržba elektro		
9.1	Výměna záložních baterií		
	Byly záložní baterie vyměněny v intervalu, který požaduje manuál?	provozní dokumentace	NE
9.2	Revize a údržba elektrotechnických částí stroje		
	Je oprava a údržba elektrického zařízení stroje prováděna pouze osobou s odpovídající elektrotechnickou kvalifikací? (pracovník znalý ČSN 32 2000)	revizní zpráva	ANO
	Jsou všechny elektrotechnické části stroje funkční? (relé, stykače, jističe, atd)	funkční kontrola	ANO
	Je vizuální stav elektroinstalace na přístupných místech stroje v pořádku?	vizuální kontrola	ANO
	Je dostatečně čistá filtrační jednotka rozvaděčové soupravy?	vizuální kontrola	NE
	Je maximální teplota uvnitř rozvaděčové soupravy dle doporučených hranic v manuálu?	měření	ANO
	Je rozvaděčová souprava dokonale čistá?	vizuální kontrola	NE

Tab 4) Kontrolní seznam podle ČSN EN ISO 23125:2018

ČSN EN ISO 23125:2018			
Kapitola	Požadavek/Otázka	Komentář/Ověření	ANO NE
5	Bezpečnostní požadavky		
5.1	Obecné požadavky		
5.1.2	Požadované charakteristiky ochranných krytů		
5.1.2.2	Poloha a bezpečnost		
a)	Jsou ochranné kryty upevněny k podlaze a pevně ukotveny?	Kryty jsou pevně upevněny k rámu, který je pevně ukotven.	ANO
a)	Je minimální výška a vzdálenost od nebezpečné zóny v souladu s normou ISO 13857?	měření, dokumentace	ANO
a)	Jsou jakékoliv otvory mezi spodním okrajem ochranného krytu a podlahou v souladu s normou ISO 13857?	měření, vizuální kontrola	ANO
b)	Je zakrytování pohonů a přístup k mechanickým silovým převodům zamezen pevnými ochrannými kryty?	vizuální kontrola	ANO
c) 1)	Zabraňují pohyblivé kryty dle ISO 14119 přístupu k nebezpečným pohybům stroje?	vizuální kontrola, funkční kontrola	ANO
c) 1)	Jsou blokovací zařízení v souladu s ISO 14119?	vizuální kontrola, dokumentace	NE
c) 1)	Splňují bezpečnostní funkce blokovacího zařízení požadavky na pohyblivé kryty podle ISO 14120?	vizuální kontrola, funkční kontrola	ANO
5.2	Specifické požadavky na mechanické nebezpečí		
5.2.2.2	Charakteristiky pro stroje skupiny 2,3 a 4		
a) 1)	Jsou ochranné kryty, ke kterým je během provozu vyžadován přístup vybaveny blokováním?	vizuální kontrola, funkční kontrola	ANO
a) 1)	Zastaví se nebezpečné pohyby stroje při aktivaci ochranného zařízení v Režimu 1?	vizuální kontrola, funkční kontrola	ANO
a) 1)	Jsou přijaté opatření pro možnou poruchu blokovacího zařízení podle ISO 14119?	vizuální kontrola, funkční kontrola	NE
5.2.2.4	Primární bezpečnostní zařízení pro stroje skupiny 3		
a) 1)	Zabrání ochranné kryty působení úlomků, třísek, kapalinám a částem, které mohou být uvolněny nebo vymrštěny?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
5.2.3	Podmínky upínání obrobku		
a) 1)	Je zařízení pro upínání obrobků v souladu s ISO 16156?	funkční	ANO

a) 2)	Má zařízení pro upínání obrobků jasně označenou maximální pracovní rychlost podle ISO 23125 kapitoly 6.2.8?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
a) 3)	Je nemožné při otáčení vřetene ručně spouštět otevírání nebo uzavírání?	funkční kontrola	ANO
a) 5)	Jsou sklíčidla lící desky a další upínací zařízení uchyceny k vřetenu v souladu s ISO 702?	vizuální kontrola	ANO
b) 1)	Je dostatečná spouštěcí síla pro bezpečné upnutí obrobku, která je udržována po dobu zastavení vřetena dle ISO 16156?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
b) 2)	Je monitorována ovládací síla poháněného upínacího zařízení?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
5.2.4	Režimy provozu stroje		
5.2.4.1	Výběr režimu a možností		
b) 1)	Je zařízení pro výběr režimu vybaveno buď uzamykatelným přepínačem, přístupovým kódem nebo jiným bezpečnostním prostředkem?	vizuální kontrola, funkční kontrola	ANO
b) 1)	Je zařízení pro výběr režimu umístěno mimo pracovní zónu?	vizuální kontrola	ANO
b) 2)	Je vždy možné na zařízení pro výběr režimu vybrat pouze jeden režim?	funkční kontrola	ANO
5.3	Specifické požadavky na elektrické nebezpečí		
a) 1)	Je elektrické zařízení v souladu s IEC 60204-1?	dokumentace	ANO
a) 2)	Je elektrické zařízení v souladu s požadavky pro ochranu proti zkratu a přetížení?	dokumentace	ANO
a) 3)	Splňuje elektrický rozvaděč požadavky proti vystavení riziku způsobené vymrštěním nástrojů nebo obrobků?	vizuální kontrola	ANO
a) 3)	Jsou živé části nepřístupné podle IEC 60204-1?	vizuální kontrola	ANO
b)	Je splnění požadavek IEC 60204-1 pro nepřímý kontakt s elektrickým zařízením?	vizuální kontrola	ANO
c)	Je ochrana ovládacích obvodů na požadovaném stupni ochrany v souladu s IEC 60204-1?	vizuální kontrola	ANO
5.4	Specifické požadavky na nebezpečí z hluku		
	Splňuje strojní zařízení provozní podmínky podle ISO 8525?	měření	ANO
	Splňuje strojní zařízení hladinu hluku podle informací o emitovaném hluku?	měření	ANO
5.5	Specifické požadavky na nebezpečí z vyzařování		
a) až b)	Splňuje strojní zařízení požadavky vyplývající z nebezpečí vyzařování?	Nehrozí nebezpečí vyzařování.	-
5.6	Specifické požadavky na nebezpečí z použitých materiálů nebo látek		

b) 2)	Odtéká řezná kapalina do nádrže působením gravitace?	funkční kontrola	ANO
c) 1)	Je stroj připojen k zařízení detekující oheň, hasící systém nebo poplachové zařízení v souladu s doporučením výrobce?	vizuální kontrola, dokumentace	NE
c) 2)	Je zamezeno spuštění stroje, pokud dodávka chladiva nepracuje správně?	dokumentace	ANO
c) 3)	Je stroj automaticky zastaven vhodným způsobem v případě poruchy dodávky chladiva?	dokumentace	ANO
d)	Splňuje stroj požadavky pro biologické a mikrobiologické nebezpečí?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
5.7	Specifické požadavky na nebezpečí zanedbání ergonomických principů		
a) až g)	Je stroj v souladu s požadavky na ergonomické principy?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
5.8	Specifické požadavky na nebezpečí z neočekávaného spuštění, přeběhů nebo překročení rychlosti		
b) 2)	Je přístup k programovatelným funkcím stroje zamezen uzamykatelnou funkcí nebo heslem?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
c)	Splňuje stroj požadavky na jeho spuštění?	funkční kontrola	ANO
d)	Splňuje stroj požadavky na sledování všech požadovaných rychlostí ve všech režimech provozu?	funkční kontrola	ANO
e)	Splňuje stroj požadavky na pohyb saní?	funkční kontrola	ANO
g)	Zabrání ovládací systém po přerušení dodávky energie a po jeho následném obnovení automatickému restartu?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
h)	Splňuje stroj po odpojení a uvolnění energie potřebné požadavky?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
i)	Je pneumatickým systém v souladu s ISO 4414:2010?	dokumentace	ANO
j)	Je hydraulický systém v souladu s ISO 4413:2010	dokumentace	ANO
k)	Splňuje stroj požadavky vnějších vlivů na elektrické zařízení jako je elektromagnetická kompatibilita?	dokumentace	ANO
5.9	Specifické požadavky na nebezpečí z nerovnoměrné rychlosti nástroje		
	Splňuje stroj požadavky týkající se bezpečné funkce monitorování rychlostní meze nástrojových vřeten?	vizuální kontrola	ANO
5.10	Specifické požadavky na nebezpečí z poruchy dodávky energie		
a)	Je stroj zastaven při nepřípustném tlaku nebo napětí?	dokumentace	ANO
b)	Je stroj zabezpečen před ztrátou upnutí obrobku nebo nástroje při přerušení dodávky energie?	funkční kontrola	ANO

c)	Při obnovení dodávky energie nesmí dojít k automatickému spuštění stroje, splňuje stroj tento požadavek?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
e)	Je stroj při přerušení vedení v jakémkoliv obvodu bez ztráty bezpečnostní funkce?	dokumentace	ANO
5.11	Specifické požadavky na nebezpečí z poruchy ovládacího obvodu		
a)	Jsou části ovládacího systému související s bezpečností zahrnující celý systém v souladu s ISO 13849-1:2017 nebo EN 954-1:1996?	dokumentace	NE
c)	Splňuje nouzové zastavení požadavky na nebezpečí z poruchy ovládacího obvodu?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
5.12	Specifické požadavky na nebezpečí chybného seřízení		
	Splňuje stroj požadavky při demontování jakékoliv části stroje za účelem seřízení, aby vyloučil chyby ustavení?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
5.13	Specifické požadavky na nebezpečí vystříknutí kapaliny nebo vymrštění předmětů		
5.13.1	Obecné požadavky		
a)	Zadrží nebo zamezí ochranné kryty vystříknutí hydraulické nebo pneumatické kapaliny podle ISO 4413 a ISO 4414?	funkční kontrola	ANO
b) 1)	Jsou okolo pracovní zóny ochranné kryty pro minimalizaci nebezpečí vymrštění komponentů stroje nebo jejich úlomků, třísek a chladiwa?	vizuální kontrola	ANO
b) 2)	Splňují ochranné kryty uzavírací pracovní zónu požadovanou maximální předvídatelnou energií nárazu?	dokumentace	ANO
d)	Splňují materiály ochranných krytů třídu odolnosti podle přílohy A?	dokumentace	ANO
d)	Chrání ochranné kryty obě strany proti řezné kapalině, třískám a chladiwu?	vizuální kontrola	ANO
e)	Jsou ochranné kryty s průhledovými panely opatřeny přídatnou ochranou?	vizuální kontrola, dokumentace	NE
5.14	Specifické požadavky na nebezpečí ztráty stability		
	Je stroj stabilní při předvídatelných provozních podmínkách a bez rizika převrácení, pádu nebo neočekávaného pohybu?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
5.15	Specifické požadavky na nebezpečí uklouznutí, zakopnutí a pádu osob		
a)	Jsou pracovní místa a prostředky přístupu k stroji v souladu s minimální pravděpodobností uklouznutí, zakopnutí a pádu osob?	vizuální kontrola	NE
b)	Jsou varování o nebezpečí uvedeny v informacích pro použití?	dokumentace	ANO

6	Informace pro používání		
6.1	Značení		
a)	Je na stroji jednoznačná identifikace? (obchodní jméno, adresa, autorizovaný zástupce, označení typu stroje, sériové číslo, rok výroby)	vizuální kontrola	ANO
b)	Je na stroji označení shody s povinnými požadavky? (CE)	vizuální kontrola	ANO
c)	Jsou na stroji identifikovány požadavky pro bezpečné používání stroje? (maximální dovolená rychlost vřetena a sklíčidla, značení nebezpečí ohně, značení ochranných zařízení nepřipojených trvale ke stroji)	vizuální kontrola	ANO
6.2	Návod k používání		
6.2.1	Obecné požadavky		
	Je ke stroji kompletní návod obsahující specifické informace pro daný stroj?	vizuální kontrola	ANO
a)	Obsahuje návod specifikace procesů obrábění a režimů provozu?	vizuální kontrola	ANO
a) 1)	Obsahuje návod popis předvídatelného nesprávného použití stroje?	vizuální kontrola	ANO
a) 2)	Obsahuje návod možná zbytková rizika pro všechny režimy provozu?	vizuální kontrola	ANO
a) 3)	Obsahuje návod popis kvalifikace obsluhy?	vizuální kontrola	ANO
b)	Obsahuje návod požadavek na bezpečnostní zařízení na místě a funkční před spuštěním stroje pro každý režim provozu?	vizuální kontrola	ANO
c)	Obsahuje návod požadavek na instalaci stroje?	vizuální kontrola	ANO
d)	Obsahuje návod požadavek na údržbu, včetně seznamu zařízení, který musí být kontrolována?	vizuální kontrola	ANO
e)	Obsahuje návod četnost vizuální kontroly, která je nezbytná k zajištění ochranné funkce průhledových panelů a všechny požadavky související s kontrolou?	vizuální kontrola	ANO
f)	Obsahuje návod doporučení na manipulaci a zdvihání těžkých nástrojů nebo obrobků?	vizuální kontrola	ANO
h)	Obsahuje návod doporučení na výběr, přípravu, aplikaci a údržbu maziv pro brzdící a převodové systémy?	vizuální kontrola	ANO
i)	Obsahuje návod doporučení na výběr, přípravu, aplikaci a údržbu rezných kapalin a opatření proti jejich degradaci?	vizuální kontrola	ANO
j)	Obsahuje návod doporučení na opatření k zabránění úniku rezných kapali?	vizuální kontrola	ANO

l)	Obsahuje návod doporučení týkající se použití osobních ochranných pomůcek?	vizuální kontrola	ANO
m)	Obsahuje návod instrukce k připojení odsávacího systému nebezpečných látek	Odsávací systém není součástí.	-
n)	Obsahuje návod doporučení na použití dodatečných opatření hořlavých kapalin?	vizuální kontrola	ANO
o)	Obsahuje návod doporučení výrobce použité kapaliny při obrábění a údaje?	vizuální kontrola	ANO
6.2.2	Vybavení nástrojů		
a)	Obsahuje návod informace umožňující výběr nástrojů, uchycení nebo výměnu?	vizuální kontrola	ANO
b)	Obsahuje návod doporučení týkající se nástrojů, které se mají používat na stroji?	vizuální kontrola	ANO
6.2.3	Upínání obrobku		
a)	Obsahuje návod informace pro upínací zařízení obrobku dodávané se strojem?	vizuální kontrola	ANO
b)	Obsahuje návod informace o možných upínacích zařízeních, které mohou být použity pro upínání obrobků?	vizuální kontrola	ANO
c)	Obsahuje návod informace umožňující výběr výměny upínacího zařízení obrobku?	vizuální kontrola	ANO
d)	Obsahuje návod informace pro úpravu upínacího zařízení?	vizuální kontrola	ANO
6.2.4	Funkce stroje přístupné z NC panelu		
	Obsahuje návod popis správného výběru a použití funkcí stroje přístupných z NC panelu? (korekce nástroje, režimy přístupu a změny režimu)	vizuální kontrola	ANO
6.2.5	Opětné spuštění		
	Obsahuje návod informace o postupech opětného spuštění?	vizuální kontrola	ANO
6.2.6	Hluk		
	Obsahuje návod informace o vzduchem emitovaném hluku?	vizuální kontrola	ANO
6.6.8	Zbytkové rizika		
	Obsahuje návod informace s upozorněním o zbytkových rizikách?	vizuální kontrola	ANO
6.2.9	Pokyny pro instalaci stroje		
	Obsahuje návod informace o požadovaném základu a způsobech instalace a upevnění stroje?	vizuální kontrola	ANO
6.2.10	Pokyny pro čištění stroje		
	Obsahuje návod informace o předvídatelných postupech čištění stroje?	vizuální kontrola	ANO

Tab 5) Kontrolní seznam podle ČSN EN ISO 16090:2019

Kapitola	Požadavek/Otázka	Komentář/Ověření	ANO NE
5.2.4	MSO provozu stroje		
5.2.4.1	Obecné požadavky		
	Je MSO 0 ruční režim pro obráběcí centrum zakázané?	Stroj nemá ruční režim.	ANO
	Je stroj vybaven MSO 1 automatický režim pro obráběcí centrum?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
	Je stroj vybaven MSO 2 seřizovací režim pro obráběcí centrum?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
	Je stroj vybaven zařízením volby MSO?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
5.2.4.2	Požadavky pro systém volby MSO		
	Je systém MSO vybaven zabezpečovacím systémem?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
	Je systém MSO vybaven bezpečnostní systémem?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
a) až d)	Splňuje volba MSO požadavky normy?	vizuální kontrola, dokumentace	ANO
5.2.4.4	Požadavky MSO 1: automatický režim		
a)	Jsou pohyblivé kryty s blokováním uzavřeny a ochranná zařízení jsou aktivní?	funkční kontrola	ANO
b)	Je zajištěno znemožnění přístupu celého těla do nebezpečné zóny?	Přístup celého těla není možný.	-
c)	Pokud je k dispozici více zařízení pro ovládání hlavního cyklu, tak je v jednom okamžiku účinné pouze jedno zařízení?	K dispozici není více zařízení.	-
d)	Je spuštění/opětovné spuštění iniciováno pouze z ovládací stanice, kde neexistuje nebezpečí?	vizuální kontrola	ANO
d)	Jsou všechna ochranná zařízení včetně jejich bezpečnostních funkcí řádně uspořádány a aktivní?	funkční kontrola, vizuální kontrola	ANO
d)	Je zajištěno, že spuštění/opětovné spuštění není iniciováno neúmyslně?	funkční kontrola	ANO
d)	Je ovládací zařízení umístěno tak, aby umožňovalo jasný a neomezený výhled na osoby uvnitř nebezpečné oblasti?	vizuální kontrola	ANO
e)	Pokud jsou ochranné kryty uzavřeny, je obrábění v MSO 1 povoleno pomocí ovládání os stroje ovládacím zařízením vyžadující nepřetržité	funkční kontrola	ANO

	působení síly na ovladač nebo elektronickým ručním kolečkem?		
5.2.4.5	Požadavky MSO 2: seřizovací režim		
5.2.4.5.1	Základní specifikace		
	Je při MSO 2 zakázáno veškeré obrábění s uzavřenými nebo otevřenými pohyblivými ochrannými kryty?	funkční kontrola	ANO
	Je při změně na MSO 2 z jiného MSO pracovní cyklus nejdříve přerušen a potom umožněn přístup do pracovní zóny?	funkční kontrola	ANO
	Jsou požadované pohyby v MSO 2 omezeny na přednastavené sekvenční kroky, které nepředstavují plnou automatizaci?	funkční kontrola	ANO
5.2.4.5.2	Rozsah funkcí		
a)	Jsou jednorázové pohyby posuvu přímé osy omezeny maximálně na 2 m/min nebo je pohyb v krocích s maximálním přírůstkem 10 mm?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
b)	Jsou rotační osy omezeny na obvodovou rychlost 15 m/min a je frekvence otáčení vřetena omezena pomocí brzdě schopnosti?	funkční kontrola, dokumentace	ANO
c)	Je po příkazu zastavení vřeteno zastaveno během dvou otáček bez nástroje?	funkční kontrola	ANO
f)	Jsou nechráněné pohyby dopravníků úlomků/trísek iniciovány a udržovány pomocí ovládacího zařízení vyžadující nepřetržité působení síly na ovladač nebo souhlasného povelového zařízení ve spojení s přímým ovládáním?	Dopravník není součástí stroje.	-
g)	Jsou mechanismy pro výměnu nástroje a obrobku zablokovány v případě, že probíhají operace uvnitř pracovní zóny?	funkční kontrola	ANO
5.2.4.8	Značky pro MSO		
	Jsou na příkazových zařízeních stroje použity normalizované značky pro MSO 1 a MSO 2?	vizuální kontrola	ANO
5.2.5	Další vybavení stroje		
5.2.5.1	Požadavky na zásobník nástrojů		
a)	Je zabráněno přístupu k nebezpečným pohybům zásobníku pomocí pevných nebo pohyblivých ochranných krytů s blokováním?	funkční kontrola	ANO
b)	Jsou nebezpečné pohyby a pohon zásobníku nástrojů zastaveny při otevřených pohyblivých ochranných krytech s blokováním?	funkční kontrola	ANO
c)	Jsou přístupové otvory v souladu s ISO 15534-1 a ISO 15534-2?	dokumentace	ANO

d)	Pokud je předpokládán přístup celého těla do nebezpečné zóny zásobníku nástroje, tak splňuje zařízení stejné požadavky jako pro pracovní zónu pro MSO 1 a MSO 2?	Není předpokládán přístup celého těla.	-
5.2.5.2	Požadavky na zařízení pro výměnu nástroje		
a)	Je zabráněno přístupu k nebezpečným pohybům zařízení pro výměnu nástroje pomocí pevných nebo pohyblivých ochranných krytů s blokováním?	funkční kontrola	ANO
b)	Je při pozastavených opatřeních bezpečnostní ochrany pohon zařízení a jiné nebezpečné pohyby zastaveny?	funkční kontrola	ANO
c)	Splňují poháněné pohyby zařízení s otevřenými ochrannými kryty/pozastavenými ochrannými zařízeními požadavky buď pomocí souhlasného povelového zařízení společně s přímým ovládáním nebo dvouručního ovládání?	funkční kontrola	ANO
d)	Pokud je předpokládán přístup celého těla, tak jsou v dokumentaci uvedeny informace o zbytkovém nebezpečí v důsledku přítomnosti osob?	Není předpokládán přístup celého těla.	-
e)	Pokud je předpokládán přístup celého těla, tak splňuje zařízení stejné požadavky jako pro pracovní zónu pro MSO 1 a MSO 2?	Není předpokládán přístup celého těla.	-

7.2 Seznam identifikovaných nebezpečí

Z předešlé kapitoly Analýzy rizik jsem identifikoval nesplněné bezpečnostní požadavky, vycházející z platných bezpečnostních norem a návodu k používání. Tato nebezpečí si rozdělím na dvě tabulky.

Ve většině případů se jedná o nebezpečí spojené s údržbou a vyčerpanou životností součástí, které je potřeba pravidelně měnit dle návodu k používání. Jelikož ke stroji není vedena provozní dokumentace a není známo provedení poslední údržby dle návodu, vzniklo množství nebezpečí spojených s údržbou, které mohou mít za důsledek možné selhání nebo poškození stroje. K těmto nebezpečím nebudu přistupovat metodicky, protože v praxi by k těmto nebezpečím vůbec nemělo docházet, protože stroj musí být pravidelně udržován dle návodu k používání a všechny provedené údržby musí být vedeny v provozní dokumentaci. V tomto případě provedu pouze odstranění těchto nebezpečí tím, že jednoduše provedu údržbu a výměnu identifikovaných součástí stroje, které měly být po určitém cyklu používání dávno vyměněny, a tím zajistím požadavky na správné provozování stroje dle výrobce. Tato nebezpečí jsou popsána v následující tabulce.

Tab 6) Seznam identifikovaných nebezpečí spojených s údržbou stroje

Číslo	Nebezpečí
1.	Nebezpečí způsobené nedostatečně čistou rozvaděčovou skříní.
2.	Nebezpečí způsobené nedostatečně čistou filtrační jednotkou rozvaděčové soupravy.
3.	Nebezpečí způsobené zastaralou záložní baterií.
4.	Nebezpečí způsobené nevyměněným olejem v nádrži hydraulického agregátu po 2000 hodinách provozu.
5.	Nebezpečí způsobené nevyměněnou filtrační sítí v nádrži s chladicí kapalinou.
6.	Nebezpečí způsobené nedostatečným očištěním broušených ploch pracovních pohonů.
7.	Nebezpečí způsobené nedostatečně čistým filtrem pohonu hlavního motoru.
8.	Nebezpečí způsobené neobnovenou tenkou vrstvou montážní pasty na středícím kuželu pro upínače.

Další nebezpečí už nejsou spojena pouze s návodem k používání a běžnou údržbou, ale také s požadavky současných norem na bezpečnost strojních zařízení a je potřeba tato nebezpečí metodicky vyhodnotit. V tomto případě budu postupovat tím způsobem, že si určím význam těchto nebezpečí a odhadnu jejich riziko po přijatých opatřeních. Tato nebezpečí se většinou týkají ohrožení obsluhy stroje a je potřeba je nepodceňovat. Vyhodnocení nebezpečí bylo provedeno v souladu s ČSN EN ISO 12100:2011. Tato nebezpečí jsou popsána v následující tabulce.

Tab 7) Seznam identifikovaných nebezpečí nedostatečných bezpečnostních požadavků stroje

Číslo	Nebezpečí	S	A	E	W	P
9.	Nebezpečí způsobené nevyměněným bezpečnostním sklem po pěti letech provozu.	S2	A2	E3	W3	12
10.	Nebezpečí způsobené demontováním blokovacího zařízení ochranných krytů.	S3	A2	E1	W2	15
11.	Nebezpečí způsobené uklouznutím v okolí stroje	S1	A2	E2	W3	5
12.	Nebezpečí způsobené neopatřeným průhledovým sklem přídatnou ochranou.	S1	A2	E3	W3	6
13.	Nebezpečí způsobené chybějícím zařízením detekující oheň.	S3	A1	E3	W1	13
14.	Nebezpečí způsobené z vyčerpané doby provozu bezpečnostních komponent ovládacího systému.	S2	A1	E3	W2	9

Legenda použitých zkratk v tabulce 7:

S- Míra poškození

- S1 lehké zranění
- S2 těžké zranění
- S3 smrt

A- Délka vystavení nebezpečí

- A1 zřídka až častěji
- A2 často až trvale
- E- *Možnost vyvarovat se nebezpečí*
 - E1 možné
 - E2 možné za určitých okolností
 - E3 sotva možné
- W- *Pravděpodobnost vzniku nebezpečné události*
 - W1 malé či nepravděpodobné
 - W2 střední
 - W3 velké
- P- *Velikost rizika*

7.3 Návrh opatření snižujících riziko nebezpečí

Nejprve navrhnu opatření pro vyloučení nebezpečí z tabulky 7. Opatření zpracuji formou požadavkového listu, který bude předán osobě zodpovědné za údržbu stroje. U těchto nebezpečí není proveden odhad rizika a jeho postupné snižování, protože je návodem k používání stroje jasně dáno, že při provedení kroků, dle návodu na údržbu, budou nebezpečí zcela odstraněna. V okamžiku, kdy bude požadavkový list splněn, je potřeba zavést provozní dokumentaci a v ní evidovat splněné požadavky. Provozní dokumentace by měla také obsahovat další plánované údržby v souladu s návodem k používání, aby byl stroj neustále udržován v podmínkách, které určuje výrobce a nenastala tak stejná situace jako v našem případě, tedy že není žádný zápis o prováděné údržbě v průběhu 17 let provozu stroje.

Tab 8) Požadavkový list údržby stroje

Číslo nebez.	Požadavek	Splněno / nesplněno	Dokumentováno v:
1.	Vyčistit kompletně vnitřek rozvaděčové skříně a zajistit dostatečné těsnění dveří skříně v zavřeném stavu.		
2.	Vyčistit filtrační jednotku rozvaděčové skříně a ověřit její správnou funkčnost.		
3.	Vyměnit zastaralou záložní baterii za novou o stejných parametrech.		
4.	Kompletně vyměnit olej za nový v nádrži hydraulického agregátu.		
5.	Vyměnit filtrační síť v nádrži chladicí kapaliny za novou.		
6.	Všechny funkční broušené plochy v pracovním prostoru očistit od nečistot.		
7.	Vyčistit filtr pohonu hlavního motoru, popřípadě vyměnit za nový.		
8.	Nanést tenkou vrstvu montážní pasty na středící kužel upínače.		

V další tabulce se zaměřím na nebezpečí z tabulky 8, kde je potřeba navrhnout opatření a následně znovu odhadnout velikost rizika po přijatých opatřeních. Opatření navrhuji do té doby, dokud velikost rizika nebude akceptovatelná.

Tab 9) Návrh opatření pro snížení rizika

Číslo nebez.	Nebezpečí	S	A	E	W	P
	Opatření					
9.	Nebezpečí způsobené nevyměněným bezpečnostním sklem po pěti letech provozu.	S2	A2	E3	W3	12
	Výměna za bezpečnostního sklo, které je v souladu s ČSN EN ISO 14120:2017.	S1	A2	E1	W1	2
10.	Nebezpečí způsobené demontováním blokovacího zařízení ochranných krytů.	S3	A2	E1	W2	15
	Výměna za blokovací zařízení, které je v souladu s ČSN EN ISO 14119:2014.	S0	-	-	-	0
11.	Nebezpečí způsobené uklouznutím v okolí stroje	S1	A2	E2	W3	5
	Položení protiskluzové rohože v okolí prostoru pohybu obsluhy.	S1	A2	E1	W1	2
12.	Nebezpečí způsobené neopatřeným průhledovým sklem přídatnou ochranou.	S1	A2	E3	W3	6
	Při výměně bezpečnostního skla opatřit nové bezpečnostní sklo přídatnou ochranou, například přidáním kaleného skla z vnitřní strany pracovního prostoru.	S0	-	-	-	0
13.	Nebezpečí způsobené chybějícím zařízením detekující oheň.	S3	A1	E3	W1	13
	Vybavit stroj zařízením pro detekci ohně, například požárním hlásičem.	S1	A1	E2	W3	2
14.	Nebezpečí způsobené selháním bezpečnostních komponent ovládacího systému.	S2	A1	E3	W2	9
	Vyměnit požadované bezpečnostní komponenty ovládacího systému za shodné nebo navrhnout nový ovládací systém v souladu s ČSN EN ISO 13849-1:2017.	S1	A1	E3	W1	1

Vzhledem k tomu, že většina nebezpečí byla zapříčiněna opotřebením a v uživatelské příručce o stroji je pojednáváno o veškerých informativních a varovných opatřeních, není potřeba zavádět další kroky ke snížení velikosti rizika, které by souvisely s informativním opatřením, protože ty už byly uvažovány výrobcem. To znamená, že navrhnutá bezpečnostní opatření jsou dostatečná pro snížení rizika na akceptovatelnou mez a lze tedy přistoupit k realizaci těchto opatření.

8 REALIZACE NAVRHNUTÝCH OPATŘENÍ

Před realizací navrhnutých opatření jsem provedl průzkum trhu a seznámil se s možnými typy různých řešení konkrétních problémů. Následně jsem si vždy vybral konkrétní firmu, která splňovala mé požadavky na jednotlivé komponenty. Při realizaci jsem neuvažoval nad finančními požadavky, ale zaměřil jsem se na komponenty, které považuji za kvalitní a dostatečně vhodné pro splnění bezpečnostních požadavků současných norem.

8.1 Návrh bezpečnostního skla ochranného krytu

Při návrhu bezpečnostního skla je potřeba podle ČSN EN 23125:2018 zajistit ze strany obsluhy vhodný materiál, který nebude tříštivý jako sklo. Nejvhodnější je použít polykarbonát. V případě použití polykarbonátu budou požadavky normy splněny, ale jeho vlastnost rychle degraduje a přibližně po dvou letech přijde až o 40 % své odolnosti. To znamená, že tohle samostatné řešení je pouze krátkodobé a nemusí po určité době dostatečně ochránit zdraví pracovníka. Pro dlouhodobější garanci zvolíme kombinaci polykarbonátu a skla. Sklo bude chránit polykarbonát před poškrábáním, ale i před stárnutím vlivem kapalin. Tato kombinace nám garantuje výdrž nejméně 5 let. [25]

Pro zvolení správného bezpečnostního skla je potřeba dle normy ČSN EN ISO 23125:2018 určit třídu odolnosti pro provozovaný stroj. Třidu odolnosti určím výpočtem rychlosti nárazu s použitím rovnice:

$$v_l = 1,25 \cdot \pi \cdot B \cdot \frac{n}{60} = 1,25 \cdot \pi \cdot 0,165 \cdot \frac{5000}{60} = 53,996 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

kde je:

- v_l rychlost nárazu [m/s]
- 1,25 bezpečnostní faktor
- B průměr upínacího zařízení [m]
- n frekvence otáčení [ot/min]

Dalším výpočtem pro zvolení třídy odolnosti lze vypočítat energii nárazu použitím rovnice:

$$J_c = 0,5 \cdot m \cdot (v_l)^2 = 0,5 \cdot 1,21 \cdot (v_l)^2 = 1763,93 \text{ [J]}$$

kde je:

- J_c energie nárazu [J]
- m hmotnost čelistí [kg]

Z vypočítané energie nárazu zvolím pomocí tabulky normy A.2 třídu odolnosti tak, že v tabulce vyhledám nejbližší vyšší hodnotu energie nárazu a ta bude odpovídat třídě odolnosti. Bezpečnostní sklo má třídu odolnosti B₂ a tato třída odolnosti může být dosažena podle tabulky normy B.1 použitím 8 mm silným polykarbonátem.

Bezpečnostní sklo o tloušťce polykarbonátu 8 mm v kombinaci s kaleným sklem bych zvolil od firmy Sklárna Leopold, která má dlouholeté zkušenosti a jejich nabídka odpovídá mojí poptávce. Firma Sklárna Leopold své výrobky podrobuje náročnému testování a jejich výrobky

splňují požadavky norem pro soustruhy, frézy a obráběcí centra. Zároveň ke sklům poskytují prohlášení o shodě dle požadované normy, což považuji za důležité pro splnění požadavků Nařízení vlády č. 378/2001 Sb.

8.2 Návrh blokovacího zařízení ochranného krytu

Původní elektromechanické bezpečnostní zámky nesplňují požadavky současných norem a představují řadu nebezpečí. Konstrukce původních zámků je lehce demontovatelná a jejich spolehlivost může dlouhou dobou provozu brzy selhat. Proto je zapotřebí navrhnout nové blokovací zařízení, které bude v souladu s platnými normami a zajistí maximální bezpečnost blokovacího zařízení ochranného krytu.

Nový bezpečnostní zámek jsem zvolil od firmy EUCHNER Electric s.r.o. Jedná se konkrétně o bezpečnostní zámek CTP-AP, který patří mezi nejmodernější technologie této firmy. Jeho instalace probíhá stejně jako u klasických elektromechanických zámků. Zámek kombinuje principy elektromechanických zámků s monitorováním jištění ochranného krytu s moderní technologií unikátně kódovaných RFID transpondérů. Tato technologie je založena na bezkontaktním principu komunikace s čtecím dosahem dle typu čtecí hlavy a datového nosiče až 40 mm, který zajišťuje dobrou odolnost proti nepřesnému seřízení dveří a znečištěnému pracovnímu prostředí. Technologie dosahuje úrovně vlastností kategorie 4 dle ČSN EN ISO 13849-1:2017. Zámek také vyhovuje požadavkům normy ČSN EN ISO 14119:2014 na spínače Typu 4 s vysokou úrovní kódování. Jeho maximální blokovací síla je 2 600 N, která je dostačující. [26]



Obr. 6) Bezkontaktní bezpečnostní zámek CTP [26]

8.3 Návrh protiskluzné rohože

V prostoru okolí stroje, kde se pohybuje obsluha stroje, je na zemi pouze betonová podlaha. Podlaha, pokud není suchá a čistá, může být velmi klzká. Vzhledem k tomu, že při práci okolo stroje se mohou na zemi objevovat fleky od chladicí emulze nebo oleje, hrozí velká pravděpodobnost uklouznutí obsluhy. Z tohoto důvodu je potřeba umístit před stroj v okolí ovládacích panelů a pohyblivých ochranných krytů protiskluznou rohož.

Protiskluznou rohož jsem vybral od firmy GUMEX spol. s r.o., neboť je vysokožátěžová a vhodná ke kovoobráběcím strojům. Název konkrétního produktu je Rohož Workstation Standard. Je odolná vůči většině kapalin jako jsou oleje, chladicí emulze, paliva a ropné

produkty. Rohož je zároveň ohnivzdorná dle DIN 54332 a hlavně snižuje riziko podsmyknutí v mokřém a mastném prostředí. Snadno se čistí a obsluze stroje snižuje únavu při dlouhodobém stání u stroje. Kraje rohože jsou označeny žlutým pruhem, který specifikuje pracovní zónu obsluhy stroje. Velikost rohože bude 2,5 metru dlouhá a 0,9 metru široká. [27]



Obr. 7) Rohož Workstation Standard [27]

8.4 Návrh zařízení detekující požár

Při provozu stroje může za určitých podmínek dojít k požáru. Toto riziko je uvažováno i výrobcem stroje a při správném používání by k němu nemělo dojít. Nicméně strojní zařízení, které využívá elektrické energie, vysoké otáčky, chladicí emulze, tak představuje vždy určité nebezpečí požáru. Stroj, který nedisponuje žádným zařízením, které by detekovalo požár a upozornilo pracující na nebezpečí požáru, považuji v dnešní době za velký nedostatek, a proto jsem přistoupil k návrhu tohoto zařízení. Zaměřím se na návrh pouze základního zařízení detekující a upozorňující na požár, ale problematikou požáru by se dalo zabývat velice podrobně a například navrhnout pro stroj kompletní automatický hasicí systém. Vzhledem k rozsahu práce není možné se zabývat problematikou podrobněji.

Zařízení, které bude hlásit kouř v okolí stroje jsem zvolil od firmy The Fire Beam Company. Konkrétně se jedná o lineární hlásič kouře Firebeam plus, který je hlásičem nové generace. Skládá se z vysílače a přijímače integrovaného do společného krytu a odrazového hranolu. Jeho výhodou je automatické zaměření paprsku při ožiování a průběžném doladování paprsku během provozu. V základní sestavě má dosah až 40 metrů a lze ho doplnit až o 9 hranolů, které zvýší dosah na 100 metrů. Na hlásiči lze nastavit 26 úrovní citlivosti a dobu ověření pro vyhlášení požáru. Zařízení je kompatibilní s jakýmkoliv systémem EPS (elektrické požární signalizace). Jeho využití je vhodné pro sklady, továrny, elektrárny a prašné provozy, což splňuje požadavky posuzovaného prostředí. [28]



Obr. 8) Hlásič kouře Firebeam plus [28]

8.5 Návrh bezpečnostních komponent ovládacího systému

Vzhledem k tomu, že není vedena žádná provozní dokumentace, záznamy o údržbě, informace o výrobcích bezpečnostních komponentů ovládacího systému a ani jejich výkresová dokumentace, velmi těžko se navrhuje vhodné řešení. Z kapitoly analýzy harmonizované normy ČSN EN 13849-1:2017 bylo zjištěno, že u 10 % procent bezpečnostních komponentů při dvousměnném provozu dochází k poruše v rozmezí 2 až 7 roků podle konkrétního komponentu. Pokud je stroj provozovaný 17 let, tak odhaduji, že musela být provedena výměna většiny bezpečnostních komponentů. Znovu se vrátím k tomu, že dvousměnný provoz uvažuji pouze z důvodu zajímavějších výsledků práce, ale provoz stroje je reálně jiný. Pokud by stroj opravdu byl využíván ve dvousměnném provozu tolik let a nebyla by provedena údržba a výměna bezpečnostních komponentů, musel bych přistoupit k následujícímu řešení.

Je potřeba provést kompletní opravu a výměnu bezpečnostních obvodů systémů. Výměna musí být provedena za funkčně shodný celek, kde shodnost buď udává výrobce nebo oprávněná osoba provádět technickou inspekci nebo posuzování shody podle zákona 22/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Pro kompletní opravu všech bezpečnostních obvodů je potřeba pověřit kvalifikovanou osobu, která má zkušenosti a znalosti s konkrétním strojním zařízením a detailně zná jeho bezpečnostní systémy nebo pověřit firmu, která se zabývá provedením generálních oprav strojních zařízení. O provedené opravě je potřeba vést zápis v provozní dokumentaci a mít jistotu, že oprava splňuje minimálně požadavky nařízení vlády č. 378/2001 Sb. U opraveného strojního zařízení není nutné znovu posuzovat shodu výrobku a vydávat nové prohlášení o shodě, ani ES prohlášení o shodě jako u nových strojních zařízení. [29]

8.6 Návrh provozní dokumentace

Provozní dokumentace je nedílnou součástí stroje, která je nutná ke splnění minimálních bezpečnostních požadavků legislativních předpisů. K provozovanému strojnímu zařízení navrhuji zřídit provozní dokumentaci s dokumenty:

- řád preventivních kontrol a údržby
- místní provozní bezpečnostní předpis pro provoz strojních zařízení
- provozní deník strojního zařízení
- záznamy o pravidelné údržbě a servisu stroje
- protokol o určení vnějších vlivů
- doklad o protokolárním seznámení obsluh s návodem k obsluze
- zpráva o ověření elektrického zařízení daného stroje
- doklady o odstraňování závad, které plynou z kontrol a ověření
- výchozí a pravidelné revizní zprávy přidružených elektrických zařízení
- záznamy o poslední nebo mimořádné revizi nebo kontrole

9 ZHODNOCENÍ

Po zpracování všech výsledků a vypracování problematiky zadání diplomové práce jsem dospěl k určitým závěrům, které rozeberu v následujících odstavcích.

Požadavky, které byly zjištěny pro bezpečný provoz provozovaných strojních zařízení jsou z legislativy zřejmé. Těžší je ovšem tyto požadavky naplnit, protože zákony a směrnice už nedávají provozovatelům konkrétní návod, jak postupovat pro jejich splnění. Nejlehčí metodou je vycházet z platných harmonizovaných norem, ale zde nastává hned několik problémů. Většina harmonizovaných norem, týkajících se této problematiky, se týká návrhu nového strojního zařízení a velké množství bezpečnostních požadavků je nemožné pro starší strojní zařízení naplnit, protože provozované strojní zařízení by muselo projít kompletní rekonstrukcí a modernizací stroje, která by byla finančně velice nákladná a stroj by musel být znovu uveden na trh nebo do provozu jako nové strojní zařízení. Toto řešení jsem ihned na začátku vyloučil a snažil se naplnit zmíněné minimální bezpečnostní požadavky legislativy opravou strojního zařízení.

Z nejvýznamnějších harmonizovaných norem jsem tedy vytvořil kontrolní seznam. V kontrolním seznamu se zabývám hlavně požadavky, které jsou důležité pro splnění minimální bezpečnosti stroje. Hodnocení kontrolního seznamu probíhalo porovnáváním norem, podle kterých byl stroj vyrobený, dále podle návodu ke stroji, vizuální kontrolou a funkčními zkouškami. Nicméně pokud je hodnocení prováděno jednou osobou, která nemá s konkrétním strojním zařízením žádnou zkušenost, tak vypracování analýzy rizik je velice složité a nepovažuji ho za nejlepší řešení.

Po vypracované analýze jsem pro zjištěné nebezpečí navrhl opatření a provedl návrh pro jejich realizace. Navrhnuté řešení jsem se snažil provést tak, aby měly určitý modernizační přínos a nejednalo se pouze o výměnu starého zařízení. V případě bezpečnostních komponentů ovládacího systému neustále vyvstávaly problémy, načež jsem usoudil, že návrh opatření pro bezpečnostní komponenty ovládacích systémů nejsem schopný provést bez informací, které nebylo možné získat. Kontaktoval jsem i výrobce stroje, který mi odmítl dodat konkrétní technickou dokumentaci k těmto obvodům. Po několika pokusech o návrh výměny bezpečnostních komponentů ovládacích systémů jsem stále zjišťoval, že pokud neznám ani schéma těchto obvodů, tak by vytvořený návrh byl pouze laickým návrhem, který nepovažuji pro diplomovou práci za vhodný. Tato problematika je velice rozsáhlá a z tohoto důvodu jsem vznesl požadavek na vytvoření řešení buď kvalifikovanou osobou nebo externí firmou, která se opravami bezpečnostních obvodů zabývá.

Ve chvíli, kdy budou na strojním zařízení aplikována všechna navrhnutá opatření, je potřeba ke stroji přiložit provozní dokumentaci, ve které bude o všech provedených opravách a údržbě veden záznam a bude neustále aktualizována. Takto ošetřené strojní zařízení bude v souladu s Nařízením vlády č. 378/2001 a může být dále provozováno a považováno za bezpečné.

10 ZÁVĚR

V diplomové práci jsem se zabýval problematikou zajišťování bezpečnosti provozovaných strojních zařízení. Tato problematika představovala několik dílčích cílů, které jsem v diplomové práci rozebíral. V první části jsem se zabýval vypracováním teoretického přehledu, ze kterého jsem v praktické části vycházel. V praktické části jsem se zaměřil na zajištění bezpečnosti provozovaného CNC obráběcího centra SPM 16 v laboratořích Fakulty strojního inženýrství. CNC obráběcí centrum je provozováno přibližně 17 let jako výukový stroj, který ve školství představuje množství výjimek, protože stroj běží párkrát do měsíce a nevyužívá svého plného výkonu. Bezpečnostní opatření jsou častokrát pozastavena, protože přístup ke stroji má pouze kvalifikovaný vyučující, který potřebuje studentům stroj představit ze všech směrů. Aplikované výjimky na stroji jsem v praktické části neuvažoval a postupoval jsem tak, jako by stroj byl provozovaný v běžné praxi a musel splňovat všechny bezpečnostní požadavky. Problémy spojené s nedostatečnou dokumentací provozovaného stroje, představovaly zásadní ztížení vypracování praktické části diplomové práce. Pokud bych prováděl zajišťování bezpečnosti provozovaného stroje v praxi, v první řadě bych sestavil kvalifikovaný tým, který by měl znalosti ze všech aplikovaných oborů. Například tým složený z revizního technika, obsluhy stroje, konstruktéra, specialisty na funkční bezpečnost a bezpečnostního technika. Takto složený tým dosáhne mnohem zajímavějších výsledků, než pokud se bezpečností zabývá pouze jedna osoba, protože v týmu může probíhat diskuze, doprovázena názory každého člena na konkrétní problém, na základě čeho se dá lépe identifikovat nebezpečí, vytvářené provozovaným strojním zařízením.

V teoretickém přehledu jsem vyjmenoval základní pojmy související s problematikou diplomové práce, jako například analýza rizik, funkční bezpečnost, obráběcí stroj a další. Dále jsem se zabýval aktuálně platnou českou a evropskou legislativou. V diplomové práci jsem popsal nejdůležitější vnitrostátní předpisy, které zároveň vycházejí z požadavků předpisů evropských, ze kterých jsem následně popsal nejdůležitější evropský předpis, týkající se nových strojních zařízení. V další části teoretické práce jsem se zabýval technickými normami obecně a následně konkrétněji normami bezpečnostními, týkající se bezpečnosti soustruhů, ze kterých jsem vytvořil přehled, který jsem dále využil v praktické části diplomové práce.

Praktická část je uvedena systémovým rozbořem a popisem CNC obráběcího centra SPM 16. V rámci systémového rozboru byla rozebrána celá šíře problematiky a aktuální stav strojního zařízení. Z tohoto rozboru pak vychází plán a strategie postupu k zajištění minimální bezpečnosti obráběcího centra. Následně jsem provedl analýzu už konkrétních harmonizovaných norem, které byly využity při analýze rizik a určil jsem jejich požadavky na bezpečnost. Analýza rizik je provedena formou kontrolních seznamů, vycházejících z požadavků návodu k používání, harmonizované normy ČSN EN ISO 23125:2018 a normy ČSN EN ISO 16090:2019. Kontrolní seznamy jsem vyplnil pro jednotlivé otázky pomocí funkčních zkoušek, vizuální kontroly a kontroly dokumentace. Výsledkem kontrolního seznamu je seznam identifikovaných nebezpečí obráběcího centra, který je vytvořen z nesplněných otázek kontrolního seznamu. Pro identifikované nebezpečí byla odhadnuta rizika a navržnuta opatření pro snížení velikosti rizika. Po snížení rizik na akceptovatelnou velikost jsem navrhl realizaci těchto opatření. Při realizaci jsem postupoval tak, abych naplnil současné normy a zároveň modernizoval původní řešení.

Navrhnutým řešením jsem zajistil bezpečnost provozovaného obráběcího centra. Bezpečnost provozovaného obráběcího centra, po realizaci navrhnutých řešení, splňuje minimální bezpečnostní požadavky provozovaného strojního zařízení dle nařízení vlády 378/2001 Sb., a provozované obráběcí centrum může být nadále bezpečně používáno. Velké nedostatky obráběcího centra představovala údržba, sklo ochranného krytu a bezpečnostní zámek posuvného krytu. Za největší nedostatek považuji nezavedenou provozní dokumentaci, která dle legislativy musí být ke stroji vedena. Celý postup analýzy rizik a údržby stroje musí být zaevidován do nově zavedené provozní dokumentace a v následujících letech musí probíhat pravidelné ověření a kontrola stroje podle této provozní dokumentace, a to nejméně jednou za 12 měsíců, nestanoví-li zvláštní právní předpis nebo průvodní dokumentace rozsah a četnost kontrol jinak.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES ze dne 17. května 2006 o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES. In: Úřední věstník Evropské unie, L 157, 2006. Dostupné také z:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0042&from=cs>
- [2] MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů*. Praha: MM Publishing, 2006, 282 s.
- [3] HLINOVSKÝ, Jiří, Jiří MAREK, Petr BLECHA, Eva KRČÁLOVÁ a Jan MAREČEK. *Management rizik v konstrukci výrobních strojů*. Speciální vydání. Praha: MM publishing, 2009, 90 s.
- [4] ČSN EN ISO 12100. *Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 106 s. Třídící znak 83 3001.
- [5] ČSN EN 62061. *Bezpečnost strojních zařízení - Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických řídicích systémů souvisejících s bezpečností*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005, 92 s. Třídící znak 332208.
- [6] ČSN EN ISO 13849-1. *Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systémů - Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017, 88 s. Třídící znak 833205.
- [7] Technická norma. *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/urad/co-je-to-technicka-norma->
- [8] Typy právních aktů. *Evropská komise* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/types-eu-law_cs
- [9] *Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce*. In: . Sbírka zákonů, 2006.
- [10] *Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí*. In: . Sbírka zákonů, 2001.
- [11] *Nařízení vlády č. 176/2008 Sb., o technických požadavcích na strojní zařízení*. In: . Sbírka zákonů, 2008.
- [12] Sborníky technické harmonizace. *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://www.unmz.cz/sborniky_th/sb3/uplatnovani_ctn.pdf
- [13] Metodické pokyny. *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.unmz.cz/test/metodicke-pokyny-r172>
- [14] Harmonizované a určené normy. *Technor print* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.technicke-normy-csn.cz/normy-csn-zavaznost-norem.html>
- [15] BLECHA, Petr. *Management technických rizik u výrobních strojů = Technical risk management in production machines: teze habilitační práce*. Brno: VUTIUM, 2010, 32 s. ISBN 978-80-214-4062-3.
- [16] ČSN EN ISO 23125. *Obráběcí stroje - Bezpečnost - Soustruhy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, 106 s. Třídící znak 200701.

- [17] ČSN EN ISO 14119. *Bezpečnost strojních zařízení - Blokovací zařízení spojená s ochrannými kryty - Zásady pro konstrukci a volbu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 64 s. Třídící znak 833315.
- [18] ČSN EN ISO 14120. *Bezpečnost strojních zařízení - Ochranné kryty - Obecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017, 44 s. Třídící znak 833302.
- [19] ČSN EN 60204-1 ED. 2. *Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 1: Všeobecné požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007, 110 s. Třídící znak 332200.
- [20] ČSN EN ISO 16090. *Bezpečnost obráběcích strojů - Obráběcí centra, frézky, postupové stroje - Část 1: Bezpečnostní požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019, 232 s. Třídící znak 200710.
- [21] ČSN ISO 16156. *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů - Bezpečnostní požadavky na konstrukci a výrobu obrobkových sklíčidel*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004, 12 s. Třídící znak 200803.
- [22] ČSN EN 61508-6 ED. 2. *Funkční bezpečnost elektrických, elektronických, programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností - Část 6: Metodické pokyny pro použití IEC 61508-2 a IEC 61508-3*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 120 s. Třídící znak 180301.
- [23] ČSN EN 13460. *Údržba - Dokumentace pro údržbu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 28 s. Třídící znak 010662.
- [24] KOVOSVIT MAS, A.S. *Návod k používání CNC SPM 16*. Sezimovo Ústí, 2005, 168 s. Dokumentace od výrobce.
- [25] Bezpečnostní skla do obráběcích strojů. *Sklárna Leopold* [online]. 03.04.2019 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.sklarnaleopold.cz/l/bezpecnostni-skla-do-obrabecich-stroju-pozor-na-samotny-polykarbonat/>
- [26] Bezpečnostní zámek CTP. *Euchner* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <http://www.euchner.cz/produkty/bezpecnost/bezpecnostni-systemy/zamky-ctp-ap/>
- [27] Protiskluzová rohož. *Gumex* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/h/rohoz-workstation-standard-01591?Filter=True&>
- [28] Lineární hlásič kouře. *Euroalarm* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.euroalarm.cz/eshop-zabezpecovaci-technika/pozarni-signalizace/linearni-hlasice-koure/firebeam-plus>
- [29] Bezpečnost strojů v praxi. *Control Engineering* [online]. 2010 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: [http://www.controlengcesko.com/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=3457&cHash=95341161ac&type=98](http://www.controlengcesko.com/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=3457&cHash=95341161ac&type=98)

12 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

12.1 Seznam tabulek

TAB 1)	TĚCHNICKÉ PARAMETRY CNC SOUSTRUHU SPM 16.....	30
TAB 2)	STŘEDNÍ DOBA DO NEBEZPEČNÉ PORUCHY.....	38
TAB 3)	KONTROLNÍ SEZNAM PODLE NÁVODU K POUŽÍVÁNÍ.....	41
TAB 4)	KONTROLNÍ SEZNAM PODLE ČSN EN ISO 23125:2018.....	45
TAB 5)	KONTROLNÍ SEZNAM PODLE ČSN EN ISO 16090:2019.....	51
TAB 6)	SEZNAM IDENTIFIKOVANÝCH NEBEZPEČÍ SPOJENÝCH S ÚDRŽBOU STROJE	54
TAB 7)	SEZNAM IDENTIFIKOVANÝCH NEBEZPEČÍ NEDOSTATEČNÝCH BEZPEČNOSTNÍCH POŽADAVKŮ STROJE	54
TAB 8)	POŽADAVKOVÝ LIST ÚDRŽBY STROJE	55
TAB 9)	NÁVRH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ RIZIKA	56

12.2 Seznam obrázků

OBR. 1)	CNC SOUSTRUH MAS SPM 16 [24].....	30
OBR. 2)	SCHÉMA UPLATNĚNÝCH NOREM, SMĚRNIC A ZÁKONŮ	34
OBR. 3)	PROVOZOVANÝ STROJ Z PŘEDNÍ STRANY	34
OBR. 4)	PROVOZOVANÝ STROJ ZE ZADNÍ STRANY	35
OBR. 5)	VÝROBNÍ ŠTÍTEK PROVOZOVANÉHO STROJE	35
OBR. 6)	BEZKONTAKTNÍ BEZPEČNOSTNÍ ZÁMEK CTP [26]	58
OBR. 7)	ROHOŽ WORKSTATION STANDARD [27]	59
OBR. 8)	HLÁSIČ KOUŘE FIREBEAM PLUS [28].....	59

12.3 Seznam použitých symbolů a zkratk

t_c	[s/cykl]	- střední doba mezi začátkem dvou po sobě následujících cyklech
d_{op}	[den]	- střední doba provozu ve dnech
h_{op}	[hod]	- střední doba provozu v hodinách
n_{op}	[cykl/rok]	- střední počet ročního provozu
v_I	[m/s]	- rychlost nárazu
B	[m]	- průměr upínacího zařízení
n	[ot/min]	- frekvence otáčení
J_C	[J]	- energie nárazu
m	[kg]	- hmotnost čelistí

CNC	- číslíkové řízení počítačem
MTTF _D	- střední doba do nebezpečné poruchy
B _{10D}	- počet cyklů 10 % nebezpečných selhání komponentů
T ₁₀	- střední doba do 10 % nebezpečně selhaných komponentů
MSO	- režim bezpečného provozu
SRP/CS	- bezpečnostní část ovládacího systému
ÚVSSR	- Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
RFID	- identifikace na rádiové frekvenci
EPS	- elektrická požární signalizace
EU	- Evropská unie
ČR	- Česká republika